Über die Entwicklung und den Wechsel der Haare beim Meerschweinchen

(Cavia cobaya Schreb.)

INAUGURAL-DISSERTATION

ZUR

ERLANGUNG DER DOKTORWÜRDE

GENEHMIGT

VON DER PHILOSOPHISCHEN FAKULTÄT

DER

FRIEDRICH-WILHELMS-UNIVERSITÄT

ZU BERLIN.

R. UNIV.
BIBLIOTHEEK
LEIDEN

Von

ALFRED SEGALL

aus Berlin.

Tag der Promotion: 22. Dezember 1916.

Referenten:

Prof. Dr. **F. E. Schulze.**

Prof. Dr. **A. Brauer.**

Einleitung.

Bei Beginn seiner Untersuchungen stellte sich der Verfasser dieser Arbeit, einer Anregung des Herrn Geheimrat O. Hertwig folgend, die Aufgabe, die Haut verschiedener Tiere chemisch bezw. physikalisch zu beeinflussen, um im Anschluss an die etwa zu beobachtenten Veränderungen die Abweichung des Haarersatzes von der Norm zu erforschen. Zunächst wurden eine Anzahl von Mäusen, Ratten und Meerschweinchen äusserlich mit Baryum sulfuratum behandelt; es ergab sich jedoch, dass die Regeneration der Haare nach Anwendung dieses Mittels keinerlei Abweichungen von dem normalen Haarwiedersatz zeigte, da nichts weiter festzustellen war, als dass bei kurzer Einwirkung nach einigen Tagen die Haare, ähnlich abrasierten Haaren, wieder wuchsen. Auch eine abgestufte längere Einwirkung zeitigte, ausser einer mehr oder minder starken Schorf- und Narbenbildung auf der Haut, gleichfalls keine Veränderungen mit Bezug auf den Haarersatz. Von irgendwelchem Einfluss des Baryum sulfuratum auf den Haarwechsel konnte demnach keine Rede sein, sondern es war lediglich festzustellen, dass durch das Baryum sulfuratum eine Auflösung der Hornsubstanz des Haares in eine gallertige Masse bewirkt wurde.

Als ebensowenig ergebnisreich erwiesen sich Bestrahlungen mit dem mir im Anatomisch-biologischen Institut zur Verfügung gestellten Mesothorium, mit welchem umfangreiche Versuche angestellt wurden. Mikrotomschnitte durch die Haut kürzere Zeit (bis 20 Minuten) bestrahlter Tiere liessen keine Besonderheiten mit Bezug auf den Haarwechsel erkennen; bei länger bestrahlten Tieren war die Zerstörung der Haut eine derartige, dass eine Untersuchung derselben nicht mehr möglich war. Aehnliche Wirkungen hatte die Röntgenbestrahlung zur Folge.*)

Ein weiterer Versuch bestand in der Verfütterung von Thallium aceticum. Die klinische Wirkung dieses Mittels ist bereits durch Herrn Prof. A. Buschke, der mir in liebenswürdiger Weise sein Material zur Verfügung stellte, in mehreren Arbeiten**) beschrieben und dabei festgestellt worden, dass ein partieller, ja sogar ein völliger Haarschwund nach Verabreichung innerlicher Gaben eintritt. Die histologische Nachprüfung meinerseits ergab eine völlige Zerstörung der Haarfollikel, deren Struktur nur noch bruchstückweise zu erkennen war.

Ergaben demnach alle diese Versuche zwar nicht die erwarteten Resultate, so waren immerhin die, speziell am Meerschweinchen gefundenen mikroskopischen Bilder interessant genug, um der Haarentwicklung bei diesem Tiere weiter nachzugehen, und das umsomehr, als diese bisher noch nicht beschrieben ist. So entstand die vorliegende Arbeit.

---

*) Es wurden eine Anzahl von Mäusen mit freundlicher Unterstützung des Herrn Prof. Max Levy-Dorn, Berlin, untersucht.

**) „Berliner klin. Wochenschrift" 1900 Nr. 53. Verhandl. der Deutschen Dermatol. Gesellsch. Breslau 1901. „Berliner klinische Wochenschrift" 1903 Nr. 39. „Archiv f. Dermatol. u. Syphilis" Bd. 58 Heft 1, 2, 1911.

Es ist mir eine angenehme Pflicht, an dieser Stelle dem Direktor des Anatomisch-biologischen Instituts der Königl. Universität zu Berlin, Herrn Geh. Medizinalrat Prof. Dr. O. Hertwig, wie auch Herrn Prof. Dr. R. Krause für die vielfache Anregung und Unterstützung bei meinen Untersuchungen ergebensten Dank auszusprechen.

Material und Methoden.

Sämtliches Material gelangte durchaus lebenswarm zur Fixierung, indem die Foeten unmittelbar nach Abtöten des Muttertieres dem Uterus des letzteren entnommen wurden. Die anfangs angewandte Fixierung der Foeten in toto ergab trotz vieler Einschnitte in die Körperhaut ein ungenügendes Eindringen der Fixierungsflüssigkeit. Dagegen erwies es sich als zweckmässig, den Kopf abzutrennen und nach einer durch einen Medianschnitt erfolgten Spaltung beide Hälften desselben in toto zu fixieren; die Haut des Rumpfes wurde alsdann auf der ganzen Bauchseite durch einen Medianschnitt getrennt, der Körper vorsichtig aus der Haut herausgeschält und die letztere, nach Aufspannen auf Kork oder Wachsplatten, entweder in toto oder bei älteren Embryonen in Stücken fixiert. Von extrauterinen Tieren wurden Hautstücke aus verschiedenen Körperregionen abpräpariert und fixiert. Zur Untersuchung gelangten 17 Würfe in verschiedenen foetalen Stadien, ferner 57 extrauterine Tiere in Lebensaltern von zwei Tagen bis zu neun Monaten, und elf der zu den 17 Würfen gehörenden Muttertiere, deren Lebensalter nicht zu bestimmen war. Die zu untersuchenden Hautstücke der unmittelbar vor dem Wurf stehenden Foeten, ebenso die betreffenden Hautpartien der postfoetalen Tiere setzten durch ihr Haarkleid dem Eindringen der Fixierungsflüssigkeit erhebliche Schwierigkeiten entgegen. Bei den stärker behaarten Foeten wurden deshalb vor dem Abpräparieren die Haare mit der krummen

Scheere so gut als möglich abgeschnitten, und die betreffenden Hauptpartien durch kurzes Abreiben mit Alkohol und Aether*) alsdann entfettet; bei extrauterinen Tieren wurden die Haare durch Bestreichen mit Baryum sulfuratum auf chemischem Wege entfernt.

Von Fixierungsflüssigkeiten gelangten zur Verwendung Carnoys Gemisch, Müllersche Flüssigkeit (teilweise unter Zusatz von Formol im Verhältnis von 1:9), konzentrierte wässerige Pikrinsäure unter Zusatz von 4 Teilen Essigsäure auf 100 Teile (nach R. Hertwig), Bouinsches Gemisch (konzentrierte wässerige Pikrinsäure, Formol, Eisessig, im Verhältnis 15:4:1), absoluter Alkohol, konzentriertes Sublimat, Zenkersche Flüssigkeit und von Osmiumgemischen Flemmingsche und Podwyssozkische Lösung. Von diesen Flüssigkeiten eignet sich Carnoys Gemisch nur für jüngere Foeten mit noch nicht zu dicker Haut; die Fixierung mit absolutem Alkohol erwies sich als gänzlich ungeeignet, da die ohnehin schon sehr dicke Haut des Meerschweinchens nach zu langem Verweilen in Alkohol abs. ausserordentlich spröde wird. Die Fixierung mit Osmiumgemischen bietet sehr grosse Schwierigkeiten, indem die Objekte, je nach der Dicke des betreffenden Hautstücks, leicht entweder nicht genügend fixiert werden, oder indem Ueberfixierung eintritt, die durch Bleichen schwer zu beseitigen ist. Die besten Resultate wurden erzielt durch 24stündige Fixierung in reinem Sublimat oder in den Pikringemischen. Im ersteren Fall folgte der Fixierung ein 24stündiges Auswaschen in fliessendem Wasser; alsdann wurden die Objekte in allmählich verstärkten Alkohol gebracht und in 90 % Alkohol aufbewahrt, nachdem dem 70 % Alkohol bis zur Entfernung der Sublimatniederschläge

*) Nach der von B. Rawitz in seinem „Lehrbuch der mikroskopischen Technik“ (Leipzig 1907) pag. 402 angegebenen Methode.

Jodtinktur zugesetzt worden war. Aus den Pikringemischen wurden die Objekte sofort für 24 Stunden in 70 % Alkolhol gebracht. Der trotz des Aufenthalts in Alkohol noch verbliebene Pikrinüberschuss wurde zunächst nicht beseitigt, da der Pikringehalt eine grössere Weichheit des ohnehin spröden Materials beim Schneiden gewährleistet, das überschüssige Pikrin wurde vielmehr erst auf den Schnitten entfernt, indem dem 70 % Alkohol mitunter einige Tropfen Lithium carb. zugesetzt wurden.

Nach Härtung der zur Verwendung gelangenden Hautstücke wurde als Zwischensubstanz eingedicktes Cedernöl (Immersionsöl) oder aus der Scheringschen Apotheke bezogener Tetrachlorkohlenstoff verwendet. Im letzteren Fall wurde dem Alkohol allmählich soviel Tetrachlorkohlenstoff beigegeben, bis die Objekte schliesslich in reinem Tetrachlorkohlenstoff waren; alsdann wurde fein geschabtes Paraffin zugesetzt, welches in grossen Mengen von Tetrachlorkohlenstoff mit Leichtigkeit gelöst wird. Nach 24stündigem Verweilen in dieser Mischung gelangten die Untersuchungsstücke auf einige Stunden in weiches Paraffin vom Schmelzpunkt 42°, um nach mehrstündigem Aufenthalt in hartes, bei 55—57° schmelzendes Paraffin eingebettet zu werden. Nicht minder gut und jedenfalls erheblich einfacher als diese mir von Herrn Prof. Dr. R. Krause angegebene vorzügliche und ausserordentlich schonende Methode ist die von Lee*) mit Recht so empfohlene Benutzung von eingedicktem Cedernoel. Die Untersuchungsstücke werden in diesem Falle sofort aus dem absoluten Alkohol in Cedernöl gebracht und können hier beliebig lange bis zur Einbettung liegen bleiben.

Die Schnittdicke betrug je nach der Schneidbarkeit des Objekts 5 bis 30 μ. Eine Orientierung des Unter-

*) A. B. Lee, „Zool. Anz." 8. Jahrg. 1885, pag. 563.

suchungsstückes zur Erhaltung von Längsschnitten ist selbst unter Zuhilfenahme der Lupe fast unmöglich und bei Keimen, die mikroskopisch nicht sichtbar sind, geradezu ausgeschlossen; aber selbst wenn Längsschnitte erzielt werden, so fällt ein vollständiges Bild durchaus nicht immer in einen Schnitt, denn die Haare sind häufig derart gebogen, dass Wulst oder Drüse nicht mitgetroffen sind, oder dass die Papille abgeknickt ist und infolgedessen erst auf einem der Nebenschnitte erscheint. Man ist für das Erhalten vollständiger Bilder mehr oder weniger auf den Zufall angewiesen, und es war denn auch die Verarbeitung eines ungemein umfangreichen Materials notwendig, um die beschriebenen Stadien zu erlangen.

Zur Färbung der meist mit Eiweissglyzerin aufgeklebten Schnitte wurden vorzugsweise verwendet: Böhmer-Hansen-Ehrlich-Delafield-Hämatoxyline in Verbindung mit Eosin- bezw. van Gieson-Nachbehandlung. Auch die Heidenhainsche Eisenhämatoxylinfärbung lieferte vielfach, speziell bei frühen foetalen Stadien, ausgezeichnete Resultate.

Ontogenie der Haare.

Historischer Ueberblick.

In Folgendem soll eine geschichtliche Darstellung der wichtigeren Arbeiten gegeben werden, welche von neueren Autoren über die Ontogenie des Haares veröffentlicht worden sind; die ältere Literatur haben bereits frühere Autoren hinreichend übersichtlich zusammengestellt. Ein Teil der hier angeführten Arbeiten behandelt allerdings die Ontogenie der menschlichen Haare; indessen zeigt die Entwicklung der Haare bei Menschen und Tieren, in groben Umrissen wenigstens, dasselbe Bild und gerade durch die Vergleichung der verschiedenen Unter-

suchungsobjekte werden die zwischen den einzelnen Tierspezies bestehenden Unterschiede um so augenfälliger. Berücksichtigt wurden nur solche Arbeiten, welche für den Vergleich mit meinen eigenen Untersuchungen in Betracht kommen.

Feiertag [10]) untersuchte Embryonen vom Schaf, Rind, Schwein, Kaninchen und Katze. Er unterscheidet vier Stadien in der Entwicklung der Haare:

1. Als erste Haaranlagen findet er an der Schnauze und der Gegend des oberen Augenlides vereinzelte mit blossem Auge sichtbare Höckerchen, während die übrige Haut durchweg glatt ist. Die mikroskopische Untersuchung zeigt, dass diese Höcker durch Erhebung der Cutis gebildet sind. An der darüber hinwegziehenden Epidermis sind bereits das Stratum corneum und das Stratum Malpighii zu erkennen; alsdann verdickt sich die Epidermis durch Vermehrung der Zellen des Stratum Malpighii und aus diesen Verdickungen entstehen in die Cutis hineinragende Fortsätze, an welchen eine äussere peripherische Schicht von Zylinderzellen und eine zentrale aus runden Zellen erkennbar ist. Diese Fortsätze finden sich aber auch an Stellen, an denen keine Spur der Andeutung eines Cutishöckers sichtbar ist. Feiertag stellt fest, dass bei den zuerst auftretenden Haarkeimen jüngerer Embryonen (Mundgegend, Augengegend, Kopf) die Fortsatzbildung der Epidermis auf einem Höcker der Cutis stattfindet; bei älteren Embryonen und später auftretenden Haarkeimen geschieht dies ohne Höckerbildung. Durch diese Beobachtung wird die Behauptung von Reissner [40]) und Goette [16]), dass die Erhebung der Cutis den ersten Anstoss zur Bildung des Höckerchens gebe, von selbst widerlegt.

2. Die Epidermis hat an Mächtigkeit zugenommen. Das Stratum corneum besteht aus 5—6 Schichten, das Stratum Malpighii aus 2—3. Die Fortsätze sind

grösser geworden und gehen in schiefer Richtung in die Cutis hinein. Am Haarbalg sind jetzt bereits von innen nach aussen 3 Schichten erkennbar; am unteren Ende des Zapfens zeigt sich eine Ansammlung rundlicher Bindegewebszellen, welche den Fundus des Haarkeims von unten hervorwölben. Pigment erscheint zuerst im peripherischen Teil des Haarkeims, später im Axenteil, es erhebt sich schliesslich bis in die oberen Schichten und kann sogar eine Erhebung der Zellen des Stratum corneum zustande bringen. Die pigmentierten Zellen in der Axe werden zum Haarschaft, die peripherische pigmentierte Schicht wird zur äusseren Haarwurzelscheide und die dazwischenliegende pigmentlose Schicht zur inneren Haarscheide.

3. Die einzelnen Teile des Haares bilden sich vollständig aus. Es erscheint zunächst ein scharf konturierter Saum, der sich gegen die äussere Haarscheide abgrenzt und den zentralen Teil kugelförmig erscheinen lässt. Durch Verhornung der äussersten Zellen an der kegelförmigen Oberfläche bildet sich die äusserste Schicht der inneren Haarscheide, dann verhornen die Zellen in der Axe der Haaranlage in der Richtung von oben nach unten und bilden den Haarschaft. Das Oberhäutchen ist bereits erkennbar. Das von der inneren Haarscheide vollständig umgebene Haar liegt noch innerhalb des Stratum corneum. Die Haarpapille hat kegelförmige Gestalt.

4. Das Haar durchbricht die Oberhaut entweder in gerader Richtung oder es schiebt sich erst zwischen das Stratum corneum und das Stratum Malpighii hinein, um dann durchzubrechen. Die Haarspitze ist häufig unmittelbar über der Haut teilweise umgeknickt. Der ganze Haarschaft besteht nur aus Rindensubstanz; Marksubstanz ist noch nicht vorhanden. Die jetzt zwiebelförmige Papille erscheint an der Basis ein wenig verengt, indem sie sich von dem Haarbalg abschnürt.

Marks [30]) untersuchte Foeten vom Pferd, Rind, Schaf und Schwein und widmet jedem dieser Untersuchungsobjekte einen besonderen Abschnitt, und zwar behandelt er besonders eingehend die Haarentwicklung beim Schaf. Beim Schaf zeigen sich die ersten Haaranlagen an den Lippen und in der Augengegend als einzelne weisse Pünktchen, die bei etwas älteren Foeten dann auch am ganzen Körper auftreten. Bei mikroskopischer Untersuchung stellen sich die Haaranlagen als solide zylindrische Zapfen dar, deren zentraler Teil eine direkte Fortsetzung des Stratum germinativum bildet, während die peripheren Zellen als Fortsetzung des Stratum cylindricum anzusehen sind. Sämtliche Haarkeime sind von einer Fortsetzung der Basalmembran des Stratum cylindricum umgeben. Das untere Ende der Keime ist zunächst kolbig verdickt und konvex abgerundet, in einem etwas späteren Stadium aber flaschenförmig ausgebuchtet. Alsdann bildet sich der Haarkegel und das Haar ist als solches bald differenziert, so dass man Haar- und Haarbalg bezw. Wurzelscheiden deutlich unterscheiden kann. Die Spitze des Kegels verhornt, die helle innere Wurzelscheide zeigt deutlich erkennbar die Huxleysche und die bis zur Talgdrüsenmündung sich hinziehende Henlesche Schicht. Inzwischen hat sich auch eine ausgeprägte Papille entwickelt. Die Papillenanlage stülpt sich alsdann in den Haarkeim ein und buchtet denselben am unteren Ende, wie oben bereits erwähnt, flaschenförmig aus, so dass die Enden des Haarkeims die Papille zangenartig umgeben. Das obere Ende der Papille spitzt sich schliesslich mehr und mehr zu und dringt in der Längsaxe der Haaranlage in die Höhe. Die stark entwickelten Talgdrüsen stehen beim Schaf nach Marks in inniger Beziehung zum Haardurchbruch. Sie legen sich zunächst an als kleine seitliche Buckel in mittlerer Höhe des Haarkeims, die im Laufe der Entwicklung zu langen schmalen Schläuchen werden.

Im Zentrum der Drüsen tritt alsdann eine zunehmende Verfettung ein, die sich aber nicht nur auf die Drüsen selbst beschränkt, sondern sich zugleich nach oben hin in den Haarkeim fortsetzt.

Durch den baldigen Zerfall der so verfetteten Haarkeimzellen erscheint eine ziemlich weite Röhre. Die Verfettung im Haarkeim setzt sich auf die Epidermis fort und durchsetzt diese vollständig, so dass schliesslich ein Durchbruch der Röhre an die Oberfläche erfolgt. Das während dieser Vorgänge in die Höhe gewachsene Haar tritt in die beschriebene Röhre und schiebt sich also niemals durch die Zellmassen des Keims, sondern von der Talgdrüsenmündung an in einen hohlen Raum hinein. Die innere Wurzelscheide lässt sich stets nur bis zur Talgdrüsenmündung hin verfolgen.

Beim Rind sind zahlreiche helle mit der Lupe erkennbare Pünktchen als erste Haaranlagen anzusprechen, die am deutlichsten an Lippen und Augenlidern sichtbar sind. Die Haarkeime unterscheiden sich von denen des Schafs durch ihre sehr viel schlankere Gestalt. Beim weiteren Wachstum des Keims bildet sich alsdann die konkave Ausbuchtung, welche zur Aufnahme der Papille dient; die letztere erlangt beim Rindsfoetus niemals eine so lange schlanke Form mit ausgezogener Spitze wie beim Schaf, sondern bleibt niedriger, ist erdbeerförmig und mit schwacher Spitze versehen. Der bindegewebige Haarbalg legt sich zugleich mit dem Haarkeim an. Als Vorläufer der Haarbildung im Haarkeim tritt über der Papillenanlage eine Anhäufung körnigen Pigments auf, während in den oberen Partien des Keimes nur vereinzelte Pigmentkörner sich vorfinden. Nach erfolgtem Durchbruch ist in stärkeren Stirnhaaren ein deutlich ausgeprägtes Mark wie beim erwachsenen Rind vorhanden. Die Talgdrüsen sind sehr viel kleiner als beim Schaf und treten verhältnismässig spät als schwache Verdickungen

etwas über der Mitte des Haarkeims auf. Beim fortschreitenden Längenwachstum der Haarkeime vergrössert sich die Talgdrüsenanlage zu kurzen, schmalen, warzenförmigen Auswüchsen, die meist um das ganze Haar herumliegen. Auch beim Rind ist festzustellen, dass die Verfettung sich in der Achse des Haarkeims nach oben fortsetzt, dass dadurch unter Zerfall der Zellen eine axiale Röhre entsteht, in welcher das Haar aufwärts wächst.

Vom Pferd standen dem Verfasser nur zwei ältere Föten zur Verfügung, die bereits eine vorgeschrittene Entwicklung der Haaranlage zeigten. Das untere Ende der Keime ist bereits flaschenförmig ausgebuchtet, an Lippen und Augenlidern sind die Haare zum grossen Teil schon durchgebrochen. Eine grosse Anzahl der Stirn- und Schwanzhaare zeigt einen deutlichen Markstrang; die mit grossen Kernen versehenen Markzellen setzen sich kontinuierlich in die auf der Papille sitzenden Matrixzellen fort. Die Haarbalg- und Papillenbildung weist keine Besonderheiten auf. Die Papillenform richtet sich nach der Grösse des zugehörigen Haares; kugelig und halbkugelig bei den kleineren Haaren, wird sie eiförmig mit ausgezogener Spitze bei den grösseren, um sich breit erdbeerförmig bei den grössten zu gestalten. Die Ansatzstelle der gut entwickelten Talgdrüsen ist etwas tiefer als bei Schaf und Rind.

Das Schwein, von welchem der Verfasser gleichfalls nur zwei ziemlich gleichaltrige Foeten untersuchen konnte, zeigt Haarkeime, die im Verhältnis zu ihrer Länge sehr breit sind und daher plump aussehen. Die peripheren Zylinderzellen sind im unteren Drittel des Haarkeims sehr gross und glashell, der Kern dieser Zellen hat sich nach dem Innern des Keims zu gelagert. Die Haarkeime stehen fast immer in Gruppen zu Dreien, die Gruppen in sehr weiten Abständen von einander. Die Huxleysche Schicht besteht aus zwei bis drei Lagen, die Henlesche aus einer

einzigen Lage von Zellen. Die Papille hat dasselbe Aussehen wie die des Schafes; sie ist schlank und spitz ausgezogen, nur ist die Spitze hier nicht so lang wie dort. Die Talgdrüsen sind sehr viel schwächer entwickelt als bei den anderen drei beschriebenen Untersuchungstieren; aber hier wie dort spielen die Talgdrüsen die vorbereitende Rolle für den Haardurchbruch, indem die zentralen Zellen des Haarkeims verfettet werden und durch Zerfall der verfetteten Zellen eine Röhre gebildet wird, in welche das Haar sich hineinschiebt.

Die hervorragende Arbeit von Spencer und Sweet[45]) wird von späteren Autoren nicht genug gewürdigt; dies mag teilweise daran liegen, dass die fremde Sprache das Verständnis der ohnehin schwierigen Materie erschwert. Spencer und Sweet beschäftigen sich mit der Entwicklung der Haare bei Monotremen und Marsupialien. Wie bei allen Säugern, so entwickelt sich auch hier die Haaranlage durch Herabwachsen eines solidmassigen Zapfens von der Epidermis aus.

Spencer und Sweet unterscheiden 8 Stadien.

1. Der Anfang der Entwicklung des Haarfollikels geht in gleicher Weise wie bei anderen Säugetieren vor sich. Die Behauptung Poultons, dass die ersten Anlagen der Haaranlage auf der Hautoberfläche gebildet werden und nachher einsinken, wird widerlegt, ebenso wie die weitere Behauptung, dass das Hinabwachsen von der Hautoberfläche in einem nach aussen offenen Rohr und nicht in solidmassigen Zapfen vor sich geht. Der zentrale Teil des Follikels wird vielmehr ausgefüllt durch Zellen, die von dem mittleren Teil der Epidermis abstammen, und das Stratum corneum zieht sich über die ganze Oberfläche des Zapfens.

2. Der Follikel verlängert sich und es zeigt sich an der Basis desselben die erste Andeutung der späteren Pa-

pille in Gestalt einer Anhäufung bindegewebiger Zellen. Die Kerne der Malpighiischen Schicht zeigen eine verlängerte Form und eine regelmässigere Anordnung. Das Stratum corneum bedeckt auch hier noch die Oberfläche des Follikels.

3. Es beginnt die Bulbusbildung, indem das untere Ende des Follikelendes sich abplattet. Die auf dieser Abplattung befindlichen Kerne zeigen eine starke Verlängerung. Unterhalb dieser Platte, durch einen Zwischenraum, den Spencer und Sweet als ein Artefact ansprechen, von ihr getrennt, sieht man deutlicher eine starke Anhäufung bindegewebiger Zellen, also den Anfang der Papillenbildung. Dadurch, dass diese Papille durch starke Zellvermehrung immer fester wird und dem hinabwachsenden Zapfen Widerstand leistet, wird gewissermassen der Bulbus auf der Papille geformt. Die Kerne im zentralen Teil des Follikels ordnen sich in der Weise an, dass ihre Längsachsen parallel zur Länge des Follikels stehen. Nahe der Epidermis zeigt sich die beginnende Bildung einer Talgdrüse in Gestalt einer kleinen Anschwellung.

4. Bulbus und Papille werden deutlicher. Die vom Stratum Malpighii abstammenden Kerne ordnen sich mit ihrer Achse rechtwinklig gegen die Follikelwand an, die über der Papille liegenden Kerne stehen mit ihrer Längsachse rechtwinklig zur letzteren. Die zentral gelegenen Follikelkerne sind mit ihrer Längsachse parallel zur Länge des Follikels gestellt. Die Elemente des Haares selbst zeigen ihre erste Andeutung durch entsprechende Gruppierung der Kerne.

5. Die Bildung des Haares ist jetzt unverkennbar. Am Matrixlager entwickelt sich Pigment; Kernreihen, welche an der Spitze des wachsenden Haares zusammenlaufen, ziehen sich vom Bulbus aus nach aufwärts. Die Drüse ist deutlicher. Im Stratum lucidum bereitet sich die Bil-

dung eines Lumens vor, indem sich die Kerne gegen die zentrale Linie des Follikels neigen, während sich das Stratum corneum noch fortlaufend darüber hinzieht.

6. Die wichtigste Erscheinung dieses Stadiums ist die starke Entwicklung der inneren Wurzelscheide. Der innere Teil des Follikels bildet ein Netzwerk von hornartiger Beschaffenheit. Dieses Netzwerk wird aus dem mittleren Teil des Follikels selbst gebildet und ist der Ursprung der inneren Wurzelscheide. Nach unten gegen den Bulbus zu verschwindet die hornartige Beschaffenheit allmählich und so sieht man, dass das Netzwerk mit den undifferenzierten kernhaltigen Schichten des Bulbus zusammenhängt. Nach oben verfolgt, hängt das Netzwerk mit der Schicht zusammen, welche unmittelbar unter dem Stratum corneum liegt. Eingeschlossen von dem Netzwerk liegt das wachsende Haar. Der mittlere Teil des Netzes, der das Haar eng umschliesst, färbt sich besonders stark, sodass scheinbar dieser mittlere Teil verschieden von den übrigen ist; eine genaue Beobachtung zeigt indessen, dass es sich nur um einen Teil des gesamten Netzwerkes handelt. Medulla und Rinde sind deutlich markiert, ebenso jetzt auch die bereits kernlose Haarcuticula. Eine Scheidung der inneren Wurzelscheide in die Henlesche und Huxleysche Schicht ist auf diesem Stadium der Entwicklung noch nicht erkennbar. Die äussere Wurzelscheide besteht nur aus einer einzigen Schicht mit stark gefärbten Kernen und hebt sich scharf von der inneren Wurzelscheide dadurch ab, dass sie nicht hornartig ist. Das Netzwerk der inneren Wurzelscheide tritt besonders deutlich bei Färbungen mit Indigo und Pikrinsäure hervor. Das Haar bahnt sich seinen Weg durch das sich nach oben lockernde Netzwerk und erreicht den jetzt erkennbaren röhrenartigen Raum in der Epidermis.

7. Das Haar ist beinahe bis zur Spitze mit Pigment versehen. Die innere Wurzelscheide ist in ihrem vom

Haar durchbrochenen unteren Teil durch den von dem Haar ausgeübten Druck kompakter geworden. Das nach der Oberfläche führende Lumen ist nunmehr frei offen, unterhalb des Lumens ist ein mit körniger Masse angefüllter Hohlraum, der auf den Zerfall von Zellen zurückzuführen ist.

8. Das Haar hat die Oberfläche durchbrochen, es ist vollständig pigmentiert und verhornt. Die Papille ist sehr gross und schiebt sich, ganz länglich geworden, so hoch in den Bulbus, dass sie nunmehr in die Medulla des Haares überzugehen scheint. Henlesche und Huxleysche Schicht sind jetzt deutlich unterscheidbar, sie gehen nach oben ineinander über. Die ganze Innenfläche der inneren Wurzelscheide zeigt scharf markierte Auszackungen, welche die Scheidencuticula darstellen und welche in die Auszackungen hineingreifen, die sich auf der Aussenfläche der Cuticula befinden. In dem grösseren oberen Teil ihrer Länge zeigt diese Cuticula der inneren Wurzelscheide keine Zellstruktur, nach unten geht sie indessen in eine Zellschicht über, die einen spitzen Winkel mit der Rinde bildet. In der äusseren Wurzelscheide hat eine starke Vermehrung der Kerne stattgefunden.

Stoehr [56b]) behandelt in einer äusserst umfassenden gründlichen Arbeit die Entwicklungsgeschichte des menschlichen Wollhaares. Stoehr teilt die Entwicklungsgeschichte des Haares in vier Stadien und zwar in die Stadien des Haarkeimes, des Haarzapfens, des Bulbuszapfens und des Scheidenhaares. Zunächst verändern die beiden untersten der drei Epidermisschichten die Struktur und die Anordnung ihrer Zellen, der Haarkeim senkt sich ein wenig in die Tiefe und verursacht eine flache Delle im Corium; die Elemente des letzteren sind hierbei durchaus unverändert, die erste Anlage des Haarkeims ist also eine rein epitheliale. Erst etwas später,

wenn die epitheliale Einsenkung tiefer geworden ist, vermehren sich die Dermazellen unter dem epithelialen Haarkeim und bilden eine zarte Hülle um den allmählich zum Haarzapfen werdenden Keim. Dieses zweite Stadium lässt den Keim zu einem Zapfen verlängert erscheinen. Die zwischen dem Stratum cylindricum und der Intermediärschicht liegenden Zellen zeigen Spuren einer Verhornung in Gestalt feiner schwarzer Linien, der ersten Andeutung des künftigen Haarkanals. Die ovalen schräg aufwärts gestellten Kerne des Stratum cylindricum zeigen die Stelle der künftigen Haarbalgdrüsenanlage, weiter unten zeigt sich die erste Anlage eines Wulstes. Der bindegewebige Haarbalg ist deutlich erkennbar. An dem leicht eingedellten Grunde des Zapfens zeigt eine zusammengedrängte Gruppe runder Kerne die erste Anlage der Haarpapille. In dem nun folgenden Stadium, dem Stadium des Bulbuszapfens, bildet der ständig wachsende Keim einen hohlen Bulbus, indem er zu beiden Seiten der Papille herabwächst. In diesem Bulbus bildet sich durch entsprechende Anordnung der Zellen der Haarkegel, aus dem das Haar mit seinen Scheiden entsteht. Die allmählich in die Höhe rückende Kegelspitze drängt die in der Zapfenachse gelegenen Zellen beiseite. Der über der Talgdrüsenanlage liegende Zellenstrang, der Haarkanal, zeigt unverkennbare Anzeichen nicht nur der Verhornung, sondern auch des Zerfalls. Mit der Wulstausbuchtung entwickelt sich auch die Haarbalgdrüse und neben diesen beiden regelmässigen Ausbuchtungen tritt zuweilen eine dritte Ausstülpung auf, die in ihrer Bildung einer Knäueldrüse ähnelt. Das zellenreiche Bindegewebe, welches die untere Hälfte des Haarzapfens einhüllt, liefert die Glashaut, die am stärksten in Höhe des Wulstes entwickelt ist. Im letzten Stadium, dem Stadium des Scheidenhaares, ist das nunmehr deutlich vorhandene Haar in seiner ganzen Länge von der inneren Wurzelscheide ein-

gehüllt, die zunächst im Gegensatz zu den Verhältnissen am fertigen Wollhaar über die Mündung der Talgdrüse hinausreicht. Die Scheide ist in ihrer oberen Hälfte völlig verhornt und nur undeutliche Spuren von Kernen sind noch sichtbar. Die Huxleysche und die Henlesche Schicht sind deutlich unterscheidbar, ebenso medial von der ersteren die ersten Elemente der Scheidencuticula. Neben den Elementen der Scheidencuticula sind auch jene der Haarcuticula aufgetreten. Die der Glashaut aufsitzenden Zylinderzellen der äusseren Wurzelscheide erfahren eine sichtliche Veränderung. Diese Zellen werden hell und durchsichtig und ihre Kerne rücken von der Mitte mehr nach innen gegen die Achse des Haares zu, ein Vorgang, der nach Stoehr mit dem Haarwechsel bezw. mit dem ersten Absterben des Haares in Zusammenhang steht. Zur gleichen Zeit entwickelt sich auch die innere Glashaut, welche im Gegensatz zu der bindegewebigen äusseren Glashaut epithelialer Herkunft ist. Der Haarkanal, der bisher nur durch einen Strang besonders angeordneter Zellen markiert war, beginnt sich nun auszuhöhlen. Zuerst erscheint ein Hohlraum über der von der inneren Wurzelscheide umkleideten Haarspitze, dieser nimmt dann an Länge zu und schliesst ausser dem bis an sein blindes Ende reichenden Haar und der sich aufblätternden inneren Wurzelscheide Ballen abgestossener verhornter Haarkanalzellen in sich. Reisst nun infolge des von dem wachsenden Haar ausgeübten Drucks die gegen die freie Oberfläche gekehrte Wand des Haarkanals, so ist der Durchbruch des Haares vollzogen.

Oyama [37]), ein Schüler Stoehr's, beschreibt die Entwicklungsgeschichte des Deckhaares der weissen Maus. Die ersten Vorgänge der Haarentwicklung bestehen in einer lokalen Vergrösserung und Vermehrung der Zellen des Statum cylindricum. Am Grunde des jungen Haarkeims erscheint bald die erste Anlage der

Haarpapille. Der zum Haarzapfen werdende Keim lässt alsdann die ersten Haarkanalzellen in der Epidermis erkennen, die durch ihre Verlängerung und schräge Aufwärtsstellung sich von den Nachbarzellen deutlich abheben. Beim weiteren Wachstum des Zapfens erreichen die Haarkanalzellen die Epidermisoberfläche und hängen nun mit dem Stratum corneum direkt zusammen; letzteres sowohl, wie das darunter befindliche Stratum granulosum senkt sich förmlich umbiegend in die Tiefe. In diese Zeit fällt auch die Bildung des Haarkegels, der nur aus Elementen der inneren Wurzelscheide zu bestehen scheint. Ein deutlicher Wulst lässt sich erst erkennen, wenn die Spitze der inneren Wurzelscheide bis in die Höhe der Talgdrüsen heraufgewachsen ist. Im letzten Stadium, dem Stadium des Scheidenhaares, erscheinen Haar und innere Wurzelscheide nunmehr deutlich differenziert. Eine Aufhellung der Zylinderzellen der äusseren Wurzelscheide, wie Stoehr sie beim Menschen beschreibt, findet nicht statt. Nach dem Durchbruch ragt das Haar frei aus der epidermoidalen Scheide hervor, deren obere Fortsetzung innen von dem trichterförmig sich einsenkenden Stratum corneum und granulosum ausgekleidet ist. Die Talgdrüsen sind an beiden Seiten des Haarbalgs als kleine Ausbuchtungen erkennbar, desgleichen ist der Wulst nunmehr gut entwickelt. Die Elemente der Haarcuticula bilden sich bei älteren Haaren in Höhe der Verhornungsschicht zu kernlosen Schüppchen um, die dem Haushaar eine gezahnte Oberfläche verleihen. Die Markzellen gehen aus dem axialen Teil des epithelialen Haares hervor. Ein Haarwechsel oder eine Vorbereitung zu einem solchen ist weder in foetaler Zeit noch in den ersten Wochen nach der Geburt zu beobachten.

Backmund [2]), gleichfalls ein Schüler von Stoehr, beschreibt die Entwicklung der Haare und der Schweissdrüsen der Katze. Die erste Haaranlage zeigt hier bereits

eine geringe Hervorbuchtung gegen das Corium, eine Erhebung der Epidermis ist nicht vorhanden. Zwischen dem Stratum cylindricum und dem Stratum intermedium zeigt sich bei der Katze eine Schicht kleiner mit quer gestellten Kernen versehener Zellen, deren Mutterboden, wie aus Mitosen ersichtlich ist, das Stratum cylindricum bildet. Backmund nennt diese Schicht subintermediäre Schicht. Der Haarkeim senkt sich alsdann in assymmetrischer Weise in das darunterliegende embryonale Bindegewebe ein. Am Grunde der epithelialen Einsenkung zeigt sich die Papillenanlage in Gestalt einer dichten Anhäufung kleiner runder Bindegewebskerne. In einem etwas späteren Stadium ist aus dem Haarkeim durch Vergrösserung ein Zapfen geworden. Die Zellen der subintermediären Schicht haben längliche Gestalt angenommen und sich mit ihrer Längsachse in der Richtung des Haarzapfens angeordnet, sie sind zu Haarkanalzellen geworden, sind aber von der Oberfläche noch um 1—2 Zellenbreiten geschieden. Von der dichter gewordenen Papillenanlage ziehen sich, aufwärts an Stärke abnehmend, Bindegewebszellen mit langgestreckten Kernen, die dem epithelialen Zapfen an beiden Seiten dicht anliegen und den bindegewebigen Haarbalg darstellen. — Im nächsten Stadium haben die Haarkanalzellen die Oberfläche erreicht, brechen aber noch nicht durch, sondern enden in einem hakenförmig umgebogenen Haufen von Zellen, welche Spuren der Verhornung erkennen lassen. Das untere Ende des Zapfens ist nicht mehr kugelig, sondern durch die wachsende Papille nach oben eingestülpt. Im oberen Drittel des Zapfens beginnt beiderseitig die Entwicklung von Talgdrüsen in Gestalt mässiger Hervorwölbungen. Ein Wulst fehlt der Katze angeblich vollkommen. Ueber der Papille sind die ersten Spuren eines Haarkegels sichtbar. Das nächste Stadium, das Stadium des Scheidenhaares, zeigt bereits alle Schichten, die am ausgewachse-

nen Haar und seinen Scheiden vorhanden sind. Die gegen das Vorstadium um fast das Doppelte vergrösserte Haaranlage zeigt oberhalb der längsovalen Papille eine Einknickung des Bulbus, so dass das untere Ende des Haares die Form eines römischen S hat. Der Bulbus umfasst die Papille von allen Seiten, so dass nur ein ganz schmaler Papillenhals sichtbar ist. Die Papille wird von einer Lage braun pigmentierter cylindrischer Zellen umgrenzt; die Pigmentkörnchen setzen sich im Haarkegel bis zu den völlig verhornten Teilen fort. In Höhe der Papillenspitze beginnt die Differenzierung der inneren Schichten und der Verhornungsprozess. Henlesche und Huxleysche Schicht, ebenso wie Scheidencuticula und Haarcuticula sind deutlich erkennbar. Die äussere Wurzelscheide besteht aus fast glashellen protoplasmaarmen Zylinderzellen. — Der Durchbruch des Haares geht in der Weise vor sich, dass die Verhornung der Haarkanalzellen von oben nach unten weiter schreitet. Durch Zerfall der Haarkanalzellen wird schliesslich über der von der inneren Wurzelscheide umkleideten Haarspitze ein Hohlraum gebildet, der sich allmählich bis an das Stratum corneum verlängert und das emporwachsende Haar enthält. Dieses liegt bis zu seinem Durchbruch, leicht hakenförmig gekrümmt, unter dem Stratum corneum.

Eigene Untersuchungen über die Ontogenie der Haare.

In meinen Untersuchungen über die Haarentwicklung und den Haarwechsel bei Cavia cobaya folge ich für den ersten die Embryonalentwicklung behandelnden Teil meiner Arbeit bezüglich der Anordnung des Stoffes der von Stoehr gewählten übersichtlichen Einteilung, indem ich vier Stadien unterscheide.

———

I. Stadium: Haarkeim.

Die Epidermis von Embryonen, die bei mikroskopischer Betrachtung noch keine Spuren einer beginnenden Haarentwicklung erkennen lassen, zeigt bei senkrecht durch die Haut gelegten Schnitten drei von einander unterscheidbare Zellschichten, das Stratum corneum, das Stratum intermedium und das Stratum cylindricum. Die tiefste Schicht, das Stratum cylindricum, stellt eine Lage niedrig kubischer, mit ovalen Kernen versehener Epithelzellen dar, die von der Cutis durch eine nicht immer deutlich erkennbare Membran abgegrenzt sind. Die Längsachse der Kerne des Stratum cylindricum steht senkrecht zur Oberfläche; hierdurch hebt sich diese Schicht deutlich von der darüber liegenden Schicht, dem Stratum intermedium ab, das aus 1—2 Lagen meist polyedrischer Zellen mit überwiegend querovalen Kernen gebildet wird.

Die oberflächlichste Schicht, das Stratum corneum, besteht aus mehr abgeplatteten schüppchenartigen Zellen, bei denen noch vereinzelte Kerne nachweisbar sind. Die ersten Anzeichen der Haarentwicklung machen sich, wie namentlich Maurer[31]) dies zuerst ausführlich beschrieben hat, durch eine Vermehrung der Kerne des Stratum cylindricum bemerkbar, die hierbei eine länglich ovale Gestalt annehmen und sich meilerförmig anordnen. Gleichzeitig vermehren sich auch die über dem Stratum cylindricum liegenden Zellen und bilden so eine vierte Schicht.

Stoehr[50B]) vermutete aus der Gleichartigkeit des zu diesen Kernen und des zum Stratum cylindricum gehörenden Protoplasmas bereits, dass diese Zellen ihre Entstehung dieser letzteren Schicht verdanken, er musste aber die Frage offen lassen, weil Mitosen an seinen Präparaten nicht nachzuweisen waren. Diese Vermutung Stoehrs ist richtig, denn wie auch Backmund[7]) bereits bestätigt hat, finden sich in der Tat zu dieser Zeit häufig Kernteilungsfiguren im Stratum cylindricum. Durch diese Kernsammlung buchtet der junge Haarkeim sich ein wenig gegen das Corium aus, ohne dass aber zunächst eine Veränderung der bindegewebigen Zellelemente zu bemerken wäre. Die erste Anlage des Haarkeims ist also auch hier eine rein epitheliale, wie das von neueren Autoren im Gegensatz zu früheren Untersuchern allgemein anerkannt ist. Die von verschiedenen Autoren beobachteten, oft schon mit blossem Auge sichtbaren Höckerchen auf der Epidermisoberfläche fehlen bei Cavia cobaya vollständig. Dagegen sieht man kleine, helle Pünktchen mit der Lupe zu erkennen, die aber keine Spur von Erhebung zeigen. Es mag sein, dass diese Pünktchen auch ohne Lupe bei Embryonen mit pigmentierter Haut zu erkennen sind; indessen standen mir pigmentierte Foeten in diesem Stadium nicht zur Verfügung.

Mit dem weiteren Hineinwachsen des Haarkeims in das Corium erfolgt auch bereits eine bestimmtere Gestaltung und Gruppierung der Kerne. Die Kerne des Stratum cylindricum, sowie auch die Kerne der von dem Stratum cylindricum aus entstandenen neuen Schicht zeigen eine verlängerte Gestalt und konvergieren scheinbar gegen die Mitte der Ausbuchtung; der mittlere Teil der Einsenkung wird durch mehr rundliche Zellen ausgefüllt, welche dem Stratum intermedium entstammen. Die besonders in der Mitte des Fortsatzes stattfindende lebhafte Zellenvermehrung bewirkt, dass dieser sich nicht nur nach unten verlängert, sondern auch schliesslich auf diesem Stadium eine melonenförmige Gestalt annimmt, die mit weiterem Wachstum wieder verloren geht. Weder die von Oyama [37]) beschriebene Haarentwicklung der weissen Maus, noch die von Backmund [2]) beschriebene Entwicklung des Katzenhaares zeigt diese Verhältnisse; auch in der von mir zum Vergleich untersuchten Haut einiger Rattenfoeten verschiedener Grössen fand sich niemals eine gedrungene melonenförmige Gestalt der Einsenkung, sondern stets die von den genannten Autoren beschriebene mehr zylindrische Gestalt.

Bei der zunehmenden Vergrösserung der Einsenkung haben sich inzwischen am Grunde derselben kleine Bindegewebszellen angehäuft, welche im Gegensatz zu den anderen Zellen des Coriums, die sich bereits mehr der späteren spindelförmigen Form nähern, zunächst noch eine rundliche Gestalt haben, später sich aber in ihrem Aussehen mehr und mehr der typischen Gestalt der Bindegewebszellen nähern.

Diese sich vermehrenden Bindegewebszellen, welche die Anlage der zukünftigen Papille darstellen, werden von dem in die Tiefe wachsenden Haarkeim zusammengedrängt. Durch diese Zusammendrängung vermögen sie

dem Haarkeim, je weiter dieser hinabwächst, einen um so grösseren Widerstand entgegenzusetzen und so verursachen sie am unteren Ende des Keimes zunächst eine Abplattung und im weiteren Verlauf eine schwache Eindellung, die sich aber später ständig vergrössert; schliesslich kommt es dann auf einem späteren Stadium, da der Zapfen durch die im Innern des Follikels vor sich gehende lebhafte Zellproduktion immer mehr in die Tiefe gedrängt wird, zu einer vollständigen Umwachsung der widerstandleistenden Bindegewebszellen. Hierbei sei besonders bemerkt, was auch schon von Untersuchern anderer Tiere beobachtet wurde, dass erhebliche zeitliche Schwankungen im ersten Auftreten der Papille festzustellen sind; häufig sind Haarkeime anzutreffen, die bei geringer Grösse schon eine Papillenanlage zeigen, während andererseits doppelt so grosse Keime noch keine Spur einer solchen Anlage erkennen lassen. Bei senkrecht zur Oberfläche stehenden Haarkeimen erscheint die Papillenanlage wesentlich später als bei Haaranlagen mit ausgesprochener Schiefstellung. Aehnliche Beobachtungen hat bereits Okamura [36]) (l. c. pag. 546) an Hunde- und Rattenembryonen gemacht, und meine Untersuchungen bestätigen durchaus die Richtigkeit dieser Ansicht. Um den Zapfen herum gruppieren sich beiderseitig in schon regelmässigerer Anordnung die Bindegewebszellen, die später den bindegewebigen Haarbalg bilden. Von diesen Bindegewebszellen legt sich eine Schicht beiderseitig unmittelbar an die Follikelwand an; die Kerne dieser Zellen strecken sich derart in die Länge, dass ihre Zellen wie schmale Fasern aussehen und schliesslich, fibrillär geworden, mit der Follikelwand zu verschmelzen scheinen. Sie dürften als die erste Anlage der äusseren Glashaut anzusprechen sein, die sich bei Cavia cobaya demnach bereits erheblich früher differenziert, als dies an irgendeinem anderen Tier beobachtet worden ist. Dieser Vorgang wiederholt

sich während der Entstehung des Primärhaares immer wieder, wie die Figuren späterer Stadien deutlich zeigen.

II. Stadium: Haarzapfen.

Mit dem Grösserwerden des ganzen Fortsatzes verschwindet die melonenförmige Gestalt der Einsenkung und der konvex abgerundete Haarkeim hat sich nach unten etwas flaschenförmig erweitert. Die verschiedenen Epidermisschichten sind jetzt nicht immer scharf unterscheidbar; nur das Stratum corneum, welches übrigens auch hin und wieder in Rückbildung begriffene Kerne erkennen lässt, hebt sich stets deutlich von der tiefer gelegenen zelligen Schicht ab. Bei den zum Vergleich herangezogenen Untersuchungen an der weissen Ratte waren dagegen die Schichten der Epidermis deutlich und besonders das Stratum granulosum, welches als selbstständige Schicht bei Cavia überhaupt nicht nachzuweisen ist, zeigt sich bei den Vergleichstieren stark entwickelt. Die dicht unter dem Stratum corneum gelegenen Zellen sind queroval und leicht abgeplattet; in den darunter gelegenen Zellen fällt mitunter eine amöboide Gestalt der Kerne auf. An der Seite unterhalb des Halses, die mit der Oberfläche einen stumpfen Winkel bildet, ist eine geringe Ausbuchtung zu bemerken, die mit der weiteren Verlängerung des Zapfens immer deutlicher hervortritt; es ist das die Stelle der zukünftigen Talgdrüsenanlage. In dem oberen Drittel des Zapfens haben die Zellen eine zylindrische Gestalt und einigermassen parallel zur Achsenrichtung des Zapfens gestellte längliche Kerne, während im mittleren Drittel die Zellen mehr kubisch sind und rundliche Kerne zeigen. In diesem und dem dann folgenden Stadium lassen die

Kerne überaus häufig mehrere Nucleolen erkennen. Stoehr[50b]) hat in diesem Stadium zwischen den kubischen Zellen des Stratum cylindricum und der Intermediärschicht parallel der Oberfläche sich hinziehende verhornende Zellen gefunden, die er Haarkanalzellen nennt, und die nach seiner Meinung den Weg des in einem späteren Stadium heraufwachsenden Haares markieren und demselben später durch ihren Zerfall die Bahn für den Durchbruch ebnen. Ohne untersuchen zu wollen, ob diese, übrigens auch von Stieda[99c]) abgelehnte, etwas gewaltsam erscheinende Deutung Stoehrs, welche ausser bei seinen Schülern Oyama[87]) und Backmund[3]) bei anderen Autoren nicht zu finden ist, zutrifft, kann ich nur feststellen, dass bei Cavia cobaya solche „Haarkanalzellen" nicht vorhanden sind; auch die von Stoehr angewandte Heidenhainsche Eisenhämatoxylinfärbung ergab nach dieser Richtung keine Resultate, weder in diesem Stadium, noch in einem der späteren Stadien. In späteren Stadien müsste der „Haarkanal" auf Querschnitten sich doch wohl als Lumen andeuten, aber auch dies ist nicht der Fall. Der Durchbruch des sich später bildenden Haares vollzieht sich hier nach einem ganz anderen Modus; ich komme an anderer Stelle nochmals auf diesen Punkt zurück.

Der weiteren Verlängerung des Zapfens stellen sich nun, wie oben bereits beschrieben, die unterhalb des Fortsatzes angehäuften Bindegewebszellen entgegen. Dicht unterhalb des Fundus und durch die Basalmembran von ihm getrennt, sind die Zellen des Coriums nunmehr deutlich zur primitiven Papille angeordnet, deren Zellkerne nur unmittelbar am Fundus des Zapfens noch eine breitere polygonale Form haben; je weiter nach dem Corium zu sie gelagert sind, um so gestreckter und schmaler wird ihre Gestalt und zwar augenscheinlich in Folge des Drucks, der von dem umgebenden Bindegewebe ausge-

übt wird. Die gleiche Ursache ist offenbar auch die Veranlassung für die Stellung der auf diese Weise zusammengedrückten Kerne, die sich mit ihrer Längsachse mehr und mehr rechtwinklig zur Achse des Haarbalges anordnen.

III. Stadium: Bulbuszapfen.

Aus dem bisher nur leicht eingedellten Ende des Zapfens hat sich mit dem fortschreitenden Wachstum des letzteren ein die Papille immer mehr umfassender Bulbus gebildet, sodass das untere Ende des Follikels nach und nach durch die wachsende Papille, deren Kerne sich inzwischen auch weiter vermehrt haben, nach oben eingestülpt wird und so schliesslich ein Aussehen erhält, welches Stieda [19c]) sehr anschaulich mit dem eingestülpten Boden einer Champagnerflasche vergleicht. Stoehr [50b]) und Backmund [2]) vertreten die Ansicht, dass die Bildung des hohlen Bulbus pili sehr schnell erfolgen müsse, da ein Stadium mit einem nur teilweisen Umfassen der Papille durch den Bulbus nur äusserst selten zu finden sei. Meine Untersuchungen an Cavia cobaya führen mich gerade zu dem entgegengesetzten Resultat: es kamen mir alle Uebergänge von der leichten Eindellung des Haarzapfens an bis zum gut entwickelten Bulbus auf der schlanken langen Papille so häufig zu Gesicht, dass ich an ein besonders schnelles Zustandekommen des Bulbus pili nicht zu glauben vermag. Die einzelnen Phasen der Bulbusbildung sind deutlich erkennbar; der Bulbus umwächst die Papille immer mehr, bis die letztere schliesslich kapselartig umfasst erscheint. Die Kerne des Follikels zeigen bereits eine grössere Regelmässigkeit in der Gruppierung. Die Kerne der an der Wand des Zapfens

liegenden Zellschicht, welche sich nach oben bis in das Stratum cylindricum fortsetzt, dem sie auch ihre ursprüngliche Entstehung verdankt, ordnen sich mit ihrer Achse radiär zur Oberfläche des Zapfens an, nur im Bulbus stellen sie sich mehr parallel zur Zapfenachse. Die Gestalt der Kerne, speziell im unteren Teil des Bulbuszapfens, ist zunächst wenig einheitlich; die Kerne weisen des öfteren 2 oder mehr Nucleolen auf, welche, wie es scheint, nicht rein plastinhaltig sind, sondern vielmehr auch das Chromatin in sich aufgespeichert haben. Manche Kerne, besonders diejenigen von bläschenförmiger Gestalt, erscheinen nahezu hyalin, eine Tatsache, die wohl auf reichliches Vorhandensein von Kernsaft zurückzuführen ist. Das den Bulbus nach unten abgrenzende, direkt über der Papille liegende Zellenlager, welches Garcia[14]) (pag. 148 l. c.) als Matrixpatte des zukünftigen Haares bezeichnet hat, behält, wie auch in allen späteren Stadien, die meilerförmige Anordnung und steht parallel mit der Längsachse des Follikels, ebenso wie die in dem zentralen Teil des Zapfens gelegenen, dem Stratum intermedium entstammenden Kerne. Die Zellen der Matrixplatte nehmen alle Kernfarbstoffe besonders begierig auf und halten sie ebenso intensiv fest. Die Zellen der Papille verlieren mit der zunehmenden kapselartigen Umfassung durch den Bulbusrand immer mehr ihren Charakter als Bindegewebszellen. Sie vermehren sich aber trotzdem mitotisch weiter, und ihre Kerne nehmen schliesslich eine zum Bulbusrand rechtwinklige Stellung ein. Die die Innenseite der Bulbuskapsel auskleidende Basalmembran ist bei Fuchsin- oder Eosinfärbung deutlich erkennbar und setzt sich ziemlich gleichmässig nach oben, rings um den Follikel verlaufend, wie am Schlusse des Stadium I beschrieben, als Glashaut fort. Ueber die Bedeutung des Spaltraums, der jetzt zwischen der Papillenoberfläche und dem Bulbus auftritt, ist wenig bekannt. Die meisten

Anderen erwähnen ihn überhaupt nicht, andere konstatieren nur sein Vorhandensein, während Spencer und Sweet[1]) ihn gar als ein Artefact (pag. 557 l. c.) ansprechen. Auch Stieda[2]) in seiner Arbeit „Untersuchungen über die Haare des Menschen" (pag. 303) sagt: „An einzelnen Präparaten sieht man zwischen der Papillenoberfläche und der Innenfläche der Hohlwurzel einen kleinen Zwischenraum; dieser Raum ist offenbar nur ein Ergebnis der verschiedenen Schrumpfung des Haares und der Papille infolge der Behandlung der Haut mittelst der Härtungsmittel. — Wir dürfen wohl sicher annehmen, dass in Wirklichkeit hier die Oberfläche der Papille und die Zellen des Keimlagers einander berühren." Ich halte diese Annahme für durchaus verfehlt, denn dazu tritt die Erscheinung des Spaltes viel zu konstant auf, ich habe bei Anwendung der verschiedensten Härtungsmittel bei richtig geführten Schnitten den Spalt niemals vermisst. Meine Versuche, die Frage nach der Bedeutung des Spaltes durch Injektionen mit chinesischer Tusche*) zu lösen — ich bin nämlich der Meinung, dass das Erscheinen des Spaltes vielleicht auf das Vorhandensein von Lymphgefässen zurückzuführen ist — ergaben kein Resultat. Es wäre vielleicht möglich, der Lösung dieser Frage durch Versuche an grösseren Tieren beizukommen; bei Cavia cobaya habe ich Erfolge mit diesen Versuchen nicht erzielen können.

In die Zeit der Bildung des Bulbuszapfens fällt auch die Entstehung des Haarkegels. Oft schon bei sehr flacher Papille, meistens indessen erst dann, wenn der Bulbus stärker ausgebildet erscheint, ordnen sich Zellen mit der Matrixplatte als Basis von den Rändern der letzteren in nach oben spitzig zulaufender Reihen zu einer kegelförmigen Figur an. Bei pigmentierten Haaren geht der Haar-

*) cf. Lendorf. Anat. Hefte, Bd. 18, pag. 370.

kegelbildung eine Ansammlung körnigen schwarzbraunen Pigments über der Papille voraus, welches sich zwischen den Matrixzellen anlagert. Dieser Haarkegel liefert die Elemente zunächst für die innere Wurzelscheide und dann für das Haar selbst, während aus den peripheren Schichten die äussere Wurzelscheide gebildet wird. Diese Differenzierung, auf die im nächsten Abschnitt des Näheren eingegangen werden soll, ist bereits von Koelliker[26]), Feiertag[10]), Unna[53a]), Stoehr[50b]), u. a. eingehend beschrieben worden. Von einer Anlage des eigentlichen Haares, welches sich aus den in der Achse des Kegels gelegenen Zellen entwickelt, ist vorerst noch nichts zu sehen, denn diese Zellen verhornen erst später. Die Verhornung des Kegels beginnt an der Spitze und schreitet von oben nach unten vor, während von unten immer neue Zellen produziert und nachgeschoben werden. In der Feststellung, dass die Verhornung nicht von unten aus erfolgt, stimmen übrigens die neueren Autoren und Lehrbücher überein, bis auf das Lehrbuch von Szymonowicz-Krause[51]), welches merkwürdigerweise die Verhornung von unten nach oben vor sich gehen lässt. Am klarsten schildert wohl Friedenthal[13]) an menschlichen Haaren diesen Vorgang, indem er schreibt: „Hier wie bei der Mehrzahl der chemischen Umbildungsprozesse der Körperzellen beginnt der Prozess bei den ältesten Zellen einige Zeit nach Verlust der Vermehrungsfähigkeit. Im Innern der später verhornenden Zellen findet eine Umwandlung des weichen Protoplasmus in festere Fibrillarsubstanz statt." Sobald die Verhornung des Kegels einsetzt, lassen sich bereits auch die gestreckten Kerne der Henleschen Schicht erkennen, die als einreihige Schicht unmittelbar an der Grenze der äusseren Wurzelscheide verläuft, an welcher entlang sie sich an gut getroffenen Schnitten in diesem frühen Stadium bis zur Höhe des oberen Papillenrandes verfolgen lässt.

In der äusseren Wurzelscheide hat sich vom Bulbus aufwärts inzwischen eine auffallende Veränderung vollzogen. Das Protoplasma der Zylinderzellen ist verschwunden und dieselben erscheinen infolgedessen jetzt glashell. Auch auf diesen Vorgang, der im Laufe der Entwicklung noch deutlicher wird, soll unten des Näheren eingegangen werden.

Noch bevor der Haarkegel deutlich in Erscheinung tritt, ist im oberen Drittel des Zapfens und zwar stets an derjenigen Seite, welche mit der Hautoberfläche einen stumpfen Winkel bildet, eine deutlich erkennbare Verdickung des Zapfens sichtbar. Es ist dies der Wulst, das zukünftige Haarbeet. Die Form wie auch die Stellung der in der Anschwellung befindlichen Kerne deutet bereits auf die kommende Veränderung in diesem Teil des Zapfens hin. Wenn Stoehr[50b]) sich bei der Beschreibung dieses Gebildes gegen Unna[53]) wendet, indem er dessen Feststellung, dass der Wulst bereits in diesem frühen Stadium, auftrete, als falsch bezeichnet und die Vermutung ausspricht, dass der Befund Unnas auf die Unvollkommenheit des zur Verwendung gelangten Mikrotoms und dadurch hervorgerufene zu dicke Schnitte zurückzuführen sei, so kann ich an Hand meiner Befunde, die allerdings das Meerschweinchen betreffen, die Feststellung Unnas nur durchaus bestätigen; ich habe die entsprechenden Stadien unzählige Male gefunden und zwar bei Schnittdicken von 5 und 10 μ. Je mehr der Wulst sich ausbildet, um so ausgeprägter tritt nun auch die Verschiedenheit in der Anordnung seiner Zellkerne zutage. Ist der höchste Grad der Ausbildung erreicht, so zeigt die am meisten peripher gelegene Schicht stark in die Länge gestreckte Kerne, die nach dem zentralen Teil der Ausbuchtung hin konvergieren, weiter nach innen folgen dann 1—2 Schichten mit weniger gestreckten, aber immerhin noch ausgeprägten ovalen Kernen, und der übrige Teil wird

von Zellen mit mehr rundlichen Kernen ausgefüllt. Die ganze Wulstpartie erscheint im allgemeinen etwas dunkler gefärbt als der übrige Teil des Haarbalges; dieser Eindruck wird indessen hauptsächlich durch das enge Zusammenrücken der Kerne hervorgerufen, denn weder das Zellplasma, noch die Kerne zeigen in der Färbung andere Reaktionen, als die in der Umgebung des Wulstes gelegenen Elemente. An der gegenüberliegenden Seite des Zapfens, also an der Seite, welche mit der Hautoberfläche einen spitzen Winkel bildet, tritt gleichfalls eine Ausbuchtung hervor, die indessen sehr klein ist und meist nur während des Stadiums der im Wulste stattfindenden lebhaften Zellvermehrung deutlicher wird. Auch hier sind bisweilen karyokinetische Figuren sichtbar.

Backmund[2]) bestreitet in seiner Untersuchung über die Entwicklung der Katzenhaare das Auftreten eines Wulstes bei der Katze. An und für sich schon unwahrscheinlich, dass so grundlegende Unterschiede in der Haarentwicklung verschiedener Tierspezies bestehen sollen, zeigt aber seine Figur 10 unterhalb der Talgdrüse eine, wenn auch kleine Anschwellung, die nach meiner Meinung eine Wulstanlage darstellt, jedoch nicht richtig in Schnitt gefallen ist. Diese meine Meinung wird unterstützt durch eine Bemerkung Stiedas[190]) (pag. 330 l. c.), in welcher er den Wulst am Katzenhaar erwähnt.

Wenn der Wulst schon ziemlich entwickelt ist — im Gegensatz zur Maus also sehr spät — treten auch die Talgdrüsen auf.*). Fast stets erscheint die an der nach abwärts geneigten Seite des Zapfens gelegene Drüse erheblich grösser als die andere auf der gegenüberliegenden Seite, und ist die Richtung der Haaranlage eine ausgeprägt schiefe, so ist überhaupt nur eine Drüse anzutreffen. Dass ein solches Bild nicht etwa nur durch einen Tangential-

*) cf. Oyama[37]), pag. 596.

schnitt vorgetäuscht wird, sondern dass dann wirklich nur eine Drüse vorhanden ist, beweisen die zur Kontrolle gemachten Querschnitte; auch bei Längsschnitten müsste in diesem Fall auf den Nebenschnitten an der Seite des Zapfens, welche mit der Oberfläche einen spitzen Winkel bildet, eine Andeutung einer Talgdrüse angetroffen werden, was indessen niemals der Fall ist. Zunächst eine kleine Ausbuchtung von kolbiger Gestalt darstellend, wächst die Drüse zu ansehnlicher Grösse und zeigt schliesslich eine halbkuglige Form; sie ist nach aussen abgegrenzt durch die den Zapfen umhüllende Membran, welcher eine periphere Lage niedriger Zylinderzellen aufsitzt, während zentral sich grosse rundliche Zellen befinden. Diese letzteren Zellen erfahren eine verhältnismässig recht grosse Ausdehnung durch Einlagerung von Fettröpfchen, und zwar tritt diese Veränderung am ausgesprochensten im zentralen Teil der Drüse auf, während die peripher gelegenen, der äusseren Wurzelscheide angehörigen Zylinderzellen kaum eine Veränderung zeigen. Durch Auswaschen der Schnitte in Alkohol und Xylol verschwinden die Fettröpfchen, und das Zellplasma zeigt nunmehr eine wabig gebaute Struktur. Verhältnismässig selten fallen Ausbiegung des Wulstes ued Ausbiegung der Talgdrüse in einen Schnitt; je stärker die letztere entwickelt ist, um so mehr hat sie die Neigung, sich über den Haarbalg hinweg zu lagern. Eine Sprossung sekundärer Zapfen von den primären Drüsen aus, wie solche bei den Haussäugetieren von Marks[30]) beschrieben ist, kommt bei Cavia cobaya nicht vor.

Ueber die Anzahl der Talgdrüsen stimmen übrigens die Befunde an anderen bisher untersuchten Tieren nicht überein. Während Backmund[2]) bei der Katze und Oyama[37]) bei der Maus beiderseitig Talgdrüsen gefunden haben, hat Marks[30]) bei den von ihm untersuchten Haussäugetieren, ähnlich meinem Befunde, festgestellt,

dass bei den Keimen mit schiefer Insertion Talgdrüsen nicht solitär auftreten, während er bei den senkrecht stehenden Haarkeimen mehrere Talgdrüsen im Umfang des ganzen Haares fand.

Häufig in diesem Stadium trifft man oberhalb des Zapfens in den Epidermisschichten ein merkwürdiges Gebilde an, welches nach der mir vorliegenden Literatur bisher nur Backmund[2]) bei der Katze gesehen hat, der indessen diese Erscheinung nur mit wenigen Worten erwähnt (pag. 360 l. c.). Je nach der Richtung der Zapfenachse, also entweder rechts oder links von der Einmündungsstelle des Zapfens in die Epidermis macht sich eine Verdickung an der unteren Fläche des Stratum corneum bemerkbar. Bald indessen sieht man, dass es sich um ein vom Stratum corneum unabhängig sich entwickelndes Gebilde handelt, das zwischen Stratum intermedium und Stratum cylindricum, in der Richtung nach dem Zapfen zu hinabwuchernd, auf diese Weise die Zellen des Stratum intermedium, soweit diese in der Zapfenachse liegen, umschliesst und in einem späteren Stadium in ausgebildetem Zustand schliesslich die Form einer an einer Seite offenen Ellipse annimmt, deren Schenkel sich mit Pikrin intensiv gelb färben. Mit dem eigentlichen Zapfen stehen die von dieser Kappe eingeschlossenen Zellen zunächst lediglich durch einen schmalen Hals, der nur 1—2 Zellenbreiten breit ist, in Verbindung. Die Zellen des Stratum cylindricum, die durch diese Wucherung von den Intermediärzellen völlig getrennt worden sind, verlieren augenscheinlich ihr Protoplasma, zeigen eine wabige Struktur und hellen sich vollständig auf; an ihren Kernen macht sich weder in der Stellung noch in der Gestalt auf diesem Stadium irgendwelche Veränderung bemerkbar.

Inzwischen sind in dem Haarkegel weitere Veränderungen vor sich gegangen. Die schwarzbraunen Pig-

mentkörnchen haben sich bis zu den verhornten Teilen des Kegels fortgesetzt. Die Zellen im Innern des Kegels haben sich stark vermehrt. Der Kegel wird grösser und die Kegelspitze rückt immer mehr in die Höhe. Die axial gelegenen Zellen werden zum Haar, die an der Peripherie liegenden zur inneren Wurzelscheide, während aus den zwischen Haar und innerer Wurzelscheide liegenden Zellen die Scheidencuticula und die Haarcuticula entstehen. Die heraufwachsende verhornte Kegelspitze schiebt die ihr entgegenstehenden Follikelzellen zur Seite nach der Peripherie hin, und aus diesen Zellen, deren Kerne sich jetzt teilweise quer lagern, wird alsdann die innerste Lage der äusseren Wurzelscheide. Bei diesem Vorgang will Stoehr[30b]) gefunden haben, dass die weiter oben über der Talgdrüsenanlage liegenden Elemente verhornen, alsdann zerfallen und so den Weg des später heraufwachsenden Haares markieren. Stieda[30c]) wendet sich in seiner bereits erwähnten im wesentlichen gegen die Stoehrschen Untersuchungen gerichteten kritischen Schrift eingehend gegen diese Feststellung, und ich muss mich, selbstverständlich unter Offenlassung der Frage, ob die Vorgänge beim Menschen und bei Cavia cobaya sich decken, unbedingt zu der Ansicht Stiedas bekennen. An keinem meiner vielen Präparate ist auch nur die Spur eines Zerfalls der Zellen oder ihrer Kerne und des dadurch entstehenden Kanals zu bemerken.

Marks[30]) fand an den von ihm untersuchten Foeten von Schaf, Rind, Pferd und Schwein eine Verfettung der axialen Zellen im oberen Drittel des Haarzapfens, die sich bis unter das Stratum corneum der Epidermis fortsetzt; durch den Zerfall der verfetteten Zellen soll ein röhrenartiger Raum entstehen, der beim Schaf besonders weit ist und diese Röhre soll den Haardurchbruch vermitteln. Die von Marks gegebenen Abbildungen erscheinen mir für diese Behauptung wenig überzeugend.

Speziell Schaffoeten sind von verschiedenen Autoren, wie Reissner[40]), v. Nathusius[35]), Sticker[48]) untersucht worden, und ein so auffallender Befund hätte doch kaum allen diesen Untersuchern entgehen können. Wie dem nun aber auch sein mag: bei Cavia cobaya zeigen sich Bilder, wie Marks sie bringt, lediglich an Schnitten, bei denen der obere Teil des Zapfens mit der Talgdrüse nur tangential getroffen ist, während reine Längsschnitte eine solche Verfettung des ganzen oberen Haarbalgteils niemals erkennen lassen.

Die Differenzierung des den Follikel umhüllenden bindegewebigen Haarbalges tritt beim Meerschweinchen schon verhältnismässig früh in Erscheinung. Schon in einem ganz frühen Stadium ist in einzelnen Fällen eine deutliche Faserung zu erkennen, die parallel zum Zapfen verläuft und denselben beiderseitig umschliesst. In den meisten Fällen ist diese Faserung freilich erst im Stadium des Bulbuszapfens, und zwar hauptsächlich an dem den Bulbus umschliessenden Teil deutlich erkennbar, doch ist auch hier, wie überhaupt im embryonalen Stadium, die Differenzierung der Faserlagen in die Ring- und Längsfaserschicht schwer zu unterscheiden. Die Grenze zwischen dem bindegewebigen und epithelialen Haarbalg wird durch die Glashaut dargestellt, die den Zapfen in seiner ganzen Länge umkleidet. Ueber das Zustandekommen dieser sich mit van Gieson rot färbenden, bei Meerschweinchenfoeten wenig starken Membran ist von den verschiedenen Untersuchern viel geschrieben, und beinahe jeder erklärt die Entwicklung der Glashaut auf andere Weise. Dass an der Entwicklung der Glashaut sowohl das Epithelgewebe wie auch das Bindegewebe beteiligt ist, darf seit den eingehenden Untersuchungen Bonnets[5]) heute, entgegen der Annahme früherer Autoren, als feststehend gelten, aber über die Art des Aufbaues sind die Meinungen grundverschieden. Ich will die

einzelnen Ansichten hier nicht wiedergeben, zumal da die Erklärung derselben ohne Wiedergabe der den verschiedenen Arbeiten beigefügten Abbildungen schwer möglich ist, aber ich bin der Meinung, dass ein erheblicher Teil dieser übrigens meist an menschlicher Haut festgestellten widerstreitenden Befunde auf postmortale Veränderungen zurückzuführen ist. Ich selbst bin nicht in der Lage, in den Widerstreit der Meinungen bezüglich des Aufbaues der Glashaut einzugreifen; das foetale Meerschweinchen zeigt, wohl infolge seiner Kleinheit, die Struktur dieses Gebildes nicht so deutlich, wie die Abbildungen menschlicher Haut bezw. die Haut anderer grösserer Säugetiere dies erkennen lassen. Ich muss mich also lediglich auf eine Beschreibung des Befundes, wie er sich bei Cavia cobaya darstellt, beschränken, wie ich sie oben, (Schluss des Stad. 1) gegeben habe. Ich nähere mich mit meiner oben erwähnten Darstellung über die Entstehung der Glashaut wohl am meisten der Ansicht Kromayers[50], der die das Stratum cylindricum gegen das Bindegewebe abgrenzende Basalmembran als Matrix für den epithelialen Teil der Glashaut anspricht. Kromayer meint allerdings, dass die Epithelzelle gewissermassen Wurzeln in das Protoplasma der Bindegewebszelle schlage, und dem muss ich widersprechen; nach meinen Feststellungen legen im Gegenteil sich Bindegewebszellen an die Basalmembran an und gehen hier, nachdem ihre Kerne eine regressive Metamorphose durchgemacht haben, wahrscheinlich zu Grunde. Färberisch lässt sich bei Cavia ein Unterschied zwischen innerer und äusserer Glashaut auch beim embryonalen fertigen Haar leider nicht darstellen, dieselbe erscheint vielmehr als eine strukturlose völlig homogene, mit van Gieson sich rot färbende Membran. Stoehr[50b] hat bereits treffend darauf hingewiesen, dass diese Farbreaktion auf spezifische Bindegewebsfärbungen schon ein schlüssiger Beweis für die Beteiligung des Bindegewebes

am Aufbau der Glashaut sei. Infolge der Homogenität der Glashaut ist an meinen Präparaten auch bei Anwendung schärfster Systeme nichts davon zu sehen, dass sie auf der Innenfläche gerippt ist, wie Unna[53]) es beschreibt und wie das auch in die neueren Lehrbücher (z. B. Szymonowicz-Krause[51])) übergegangen ist. Diese letztgenannten Autoren haben übrigens die Ansicht, dass die Glashaut aus Epithel und Bindegewebe besteht, nicht in ihr Lehrbuch übernommen, sie sprechen vielmehr nur von der „bindegewebigen" Glashaut" (pag. 389 l. c.). Auch die Feststellung von Spuler[46]), „dass Fortsätze der Epithelzellen durch die Glashaut hindurchtreten und dort mit Ausläufern von Bindegewebszellen in Zusammenhang stehen", ist an meinen Präparaten nicht nachweisbar.

Die Papille hat inzwischen immer mehr eine längliche Gestalt angenommen, da sie vom Bulbus jetzt in dem oberen und den beiden Seitenteilen umklammert und so in ihrer Ausdehnung nach den Seiten hin behindert ist. Ihre Zellkerne, die zunächst durch den breiten Spalt zwischen den Ausläufern des Bulbus mit dem Bindegewebe kommunizieren, haben bindegewebigen Charakter, sie sind länglich ausgezogen und zeigen in ihrer obersten Lage die gleiche Stellung zur Längsachse des Haarbalges wie die Kerne der sie umgebenden Matrixschicht.

— — —

IV. Stadium: Scheidenhaar.

Die innere Wurzelscheide, sowie das von ihr in seiner ganzen Ausdehnung umschlossene Haar haben sich nunmehr weiter differenziert und alle am fertigen Haar und seinen Scheiden sichtbaren Schichten lassen sich bereits

deutlich unterscheiden. Die Papille zeigt jetzt durchweg eine eiförmig schmale Gestalt, ihr unteres Ende ist von den jetzt nur noch um Kernesbreite von einander entfernten Bulbusrändern umfasst, sodass sie nur noch durch diesen ganz schmalen Spalt mit dem darunter liegenden Bindegewebe kommunizieren kann. Die Papillenkerne haben ihre längliche Gestalt vollkommen verloren, sie sind polygonal oder würfelförmig und unterscheiden sich färberisch nicht mehr von den oberen Follikelzellen. Die bei pigmentierten Foeten zwischen den Matrixzellen aufgetretenen Pigmentkörnchen haben sich ausserordentlich vermehrt und dringen jetzt auch in die Zellen ein. Die Papille wird beiderseitig bis zur Hälfte ihrer Länge von Pigment umgeben, das sich auch nach oben in der Achse der Haaranlage als pigmentierter Zellstrang fortsetzt und schliesslich in einem vorgeschrittenen Stadium die Rinde des Haares in ihrer ganzen Ausdehnung dunkelbraun erscheinen lässt. Wie das in den neueren Untersuchungen über die foetale Haarentwicklung von Tieren und Menschen übereinstimmend angegeben ist, zeigt auch beim Meerschweinchen das heraufwachsende Haar ein schnelleres Wachstum als die zeitlich früher gebildete, das Haar umgebende innere Wurzelscheide; so wird die letztere von dem Haar eingeholt und schliesslich durchbrochen. Nach Unna[53a]) geschieht dieser Durchbruch des Haares durch die innere Wurzelscheide erst, wenn diese selbst die Hornschicht der Oberhaut durchbrochen hat; ist dies geschehen, so soll sie allmählich bis zur Talgdrüsenmündung abbröckeln. In den letzt erschienenen Untersuchungen wird aber nun fast durchweg der Haardurchbruch in irgendwelche Beziehung zu den Talgdrüsen gesetzt. Die Art, wie dies geschieht, ist je nach den verschiedenen bereits besprochenen Theorien verschieden. So lässt Marks[30]) das Haar in der Gegend der Talgdrüsenmündung die innere Wurzelscheide durchbrechen und in dem

von ihm beschriebenen durch Verfettung entstandenen röhrenartigen Raum bis an die Oberfläche wachsen. Stoehr[50b]) lässt die innere Wurzelscheide in dem von ihm beschriebenen gegen die freie Oberfläche geschlossenen Haarkanal allmählich heraufrücken, in der Talgdrüsengegend zerfallen und die nun verhornte Haarspitze dann die Oberfläche durchbrechen. Aehnlich schildert Backmund[2]), der die Lehre vom Haarkanal übernommen hat, den Haardurchbruch, während Oyama[37]), der, gleichfalls ein Schüler Stoehrs, zwar Harkanalzellen fand, aber einen eigentlichen Haarkanal nicht entdecken konnte, diese Frage wenig eingehend behandelt und lediglich feststellt, dass die Haare bei der weissen Maus direkt durchbrechen.

Keine dieser Beschreibungen trifft auf die Verhältnisse bei Cavia cobaya zu. Hier erreicht das Haar die innere Wurzelscheide erst weit oberhalb der Talgdrüsengegend, etwa 2—3 Zellenbreiten unter der Oberhaut. Die dann durchbrochene innere Wurzelscheide legt sich hier, allmählich nach oben spitz zulaufend, dem Haare innig an, und dieses wächst dann allein weiter. Ein darauf folgendes Abbröckeln der inneren Wurzelscheide bis zur Talgdrüsengegend habe ich in keinem Falle feststellen können. Häufig aber erreichen innere Wurzelscheide und Haar zusammen die Oberfläche und dann erfolgt, wie Unna[53a]) es beim Menschen gesehen hat, der Durchbruch erst oberhalb der Epidermis.

Die Schichten des Haares und seiner Scheiden sind am deutlichsten ausgeprägt vom Bulbus aufwärts bis etwa zur Höhe des Wulstes; in Höhe der Talgdrüsen lässt bereits die zu starke Verhornung der Elemente eine deutliche Unterscheidung nicht mehr zu. Die besten Bilder auf diesem Stadium ergeben nach meinen Erfahrungen die mit Pikringemischen fixierten Objekte, an denen der Ueberschuss an Pikrinsäure absichtlich nicht völlig durch

Alkohol ausgewaschen wurde. Durch diese Methode hebt sich die innere Wurzelscheide hellgelb von den Haarelementen einerseits und der äusseren Wurzelscheide andererseits besonders deutlich ab, ein Effekt, der durch blosse Nachfärbung mit van Gieson nicht in gleicher Weise zu erzielen ist.

In Höhe der Papillenspitze treffen wir auf richtigen Medianschnitten in dieser hellgelben Zone als äusserste Schicht eine Reihe ovaler Kerne an, die mit ihrer Längsachse parallel zum Follikel stehen; es sind dies die Kerne der Henleschen Schicht, die in Höhe der Papillenspitze länglich ausgezogen erscheinen, während sie weiter unten eine mehr rundliche Gestalt haben. Nach innen von dieser Schicht liegen die Zellen der Huxleyschen Schicht, deren Kerne in der ganzen Länge der inneren Wurzelscheide deutlich zu sehen sind und die in der oberen Partie des Haarbalgs lang ausgezogen und bereits verhornt erscheinen, während sie im unteren Teil des Follikels längsoval und noch chromatinhaltig sind. Nach unten lassen sich Henlesche und Huxleysche Schicht nur etwa bis zur halben Höhe der Papille verfolgen, weiter abwärts scheinen sie ineinander überzugehen. Axial von der Huxleyschen Schicht liegen die Zellen der Scheidencuticula, deren in Höhe der Papillenspitze schwach ovale Kerne sich weiter aufwärts in die Länge strecken und schliesslich, mit ihrer Längsachse gleichfalls parallel zur Länge des Haarbalgs gestellt, eine ganz gestreckte Form annehmen. Medial von der Scheidencuticula liegen die Elemente des eigentlichen Haares, an dem wir drei Schichten unterscheiden können. Ihre Zellen überragen an Grösse alle anderen axial von der inneren Wurzelscheide gelegenen Zellen und zeigen im unteren Teil des Follikels keine ganz einheitliche Gruppierung. Die äusserste der drei Schichten des eigentlichen Haares ist die der Haarcuticula, deren Zellen hierbei plump und rund mit grossen Kernen er-

scheinen, dann eine ovale Gestalt annehmen, um noch weiter aufwärts ziemlich unvermittelt längliche Gebilde zu werden, deren einzelne Zellgrenzen deutlich von einander getrennt erscheinen, und deren Kerne nach oben rundlich und immer kleiner werden. Nach innen von der Haarcuticula liegt dann die Schicht, aus welcher die Rindensubstanz des Hares sich aufbaut. Hier finden wir Zellen mit stark entwickelten, zu langgestreckten Gebilden gewordenen Kernen, die merkwürdigerweise scharf parallel oder scharf rechtwinklig zur Längsachse des Haarbalges gestellt sind; Uebergänge zwischen dieser ausgesprochen parallelen und senkrechten Stellung kommen nicht vor, dagegen treten nebenher noch polygonale Zellen auf mit grösseren oder kleineren Kernen von rundlicher Gestalt. Die langgestreckten parallel zur Achse des Haarbalges gelagerten Zellen werden nach aufwärts immer schmaler, ihre Kerne ziehen sich fadenförmig aus und bilden verhornend schliesslich die Rinde, von der nunmehr die innerste Schicht, die spätere Markschicht deutlich abgegrenzt erscheint. Die Zellen der Markschicht sind also nur an einer kleinen Partie unterhalb des Wulstes scharf gesondert von denen der Rindenschicht; nach unten sind diese beiden Schichten nicht mehr als getrennt zu unterscheiden, so dass nicht mehr zu erkennen ist, welcher von beiden Schichten die Kerne angehören.

Die Regelmässigkeit in der reihenweisen Anordnung der verschiedenen Schichten kann leicht den Gedanken nahe legen, dass diese Schichten untereinander eine engere Verwandtschaft zeigen, und zwar kann diese Auffassung bestärkt werden durch die an guten Medianschnitten zu machende Beobachtung, dass die einzelnen Schichten sich bis an den untersten Teil des Bulbus verfolgen lassen, sich hier anscheinend umschlagen und so gleichsam eine Fortsetzung anderer Schichten bilden. In der Tat gibt es eine Anzahl von Vertretern dieser Anschauung und zwar sind

als die diese Frage am umfassendsten behandelnden Autoren Mertsching[32]), sowie Spencer und Sweet[45]) zu nennen. Von der Feststellung ausgehend, dass die Haaranlage sich von der Epidermis aus einsenkt, verficht Mertsching die Meinung, dass das Haar mit seinen Hüllen ganz der Oberhaut entspreche. So soll die äussere Wurzelscheide, als die der Stachelschicht der Epidermis entsprechende Zellschicht, am Grunde des Haarbalgs auf zwei Lagen reduziert erscheinend, mit der äusseren Lage das Mark bilden, während die innere Schicht in das Zellenlager übergeht, aus welchem sich die Rindenschicht entwickelt (l. c. pag. 47). Die Henlesche Schicht soll in die Haarcuticula und die Huxleysche Schicht in die Scheidencuticula übergehen. Spencer und Sweet[45]) kommen zu anderen Resultaten, sie schreiben: „The medulla of the hair is formed primarily as a solid upgrowth of the cells which are continuous with those of the stratum Malpighii of the epidermis. The cuticle of the inner root-sheath is directly continuous with the cuticle oft the hair. There is no real distinction of the inner root-sheath into Huxleys and Henles layer" (l. c. pag. 583.).

Meine Untersuchungen zeigten mir die Unrichtigkeit der von den beiden genannten Autoren bekundeten Auffassung. Von einem Umschlagsrand der Schichten kann nur insoweit die Rede sein, als die äussere Wurzelscheide, nach unten zugeschärft verlaufend, sich als eine einschichtige Zellenlage bis an den Grund des Haarbalgs verfolgen lässt und nun, am Papillenrande emporsteigend, sich zur Matrixplatte umschlägt. Es ist durchaus nicht zulässig, „die Schichtung des Haares unbeschadet der Anerkennung seiner Besonderheiten mit der Schichtung der Epidermis im Allgemeinen in Parallele zu stellen" (Mertsching l. c. pag. 34); die notwendige Voraussetzung hierfür wäre, dass das Haar eine Einstülpung der Epidermis ist, aber hiervon kann doch niemals die Rede

sein. Das Haar ist vielmehr lediglich eine Einsenkung der tieferen Epidermisschichten; das Stratum corneum senkt sich niemals mit ein, sondern es bedeckt die Einsenkung des epithelialen Zapfens. Ich will nicht sagen, dass Mertsching in seinen Figuren 1 und 4, die das Sichumschlagen der Schichten in andere Schichten verdeutlichen sollen, absichtlich nur den unteren Teil des Follikels abgebildet hat, aber hätte er den oberen Teil mit gezeichnet, so hätte sich die Unrichtigkeit seiner Auffassung ohne weiteres von selbst ergeben. Aber noch ein anderer, nicht minder gewichtiger Grund spricht gegen seine Theorie: das Haar mit der inneren Wurzelscheide kann gar nicht mit den Epidermisschichten zusammenhängen; bildet sich doch, was heute mit wenigen Ausnahmen als unbestritten gelten kann, der Haarkegel von der Papille des Haarbalges aus, die innere Wurzelscheide gehört also mit dem Haare gentisch zusammen. Diesen Einwand hat Mertsching[32]) vorhergesehen und sucht ihn zu entkräften, indem er sagt: „Ich verzichte darauf, den Widerspruch hier lösen zu wollen, da mir über die Entwicklung nicht genügend sichere Anhaltspunkte zu Gebote stehen, möchte aber doch es aussprechen, dass die bisher vorliegenden Abbildungen von embryonalen Haaren nicht derart die Einzelheiten wiedergeben, dass jene Ansicht völlig gesichert erschiene. Es hat den Anschein, als verhielte es sich so, wie die Autoren meinen, genau erwiesen erscheint es mir aber nicht. Immerhin wäre es möglich, dass, was als innere Scheide erscheint, nur die beiden Oberhäutchen in sich begreife.“ (pag. 50 l. c.) Noch einen Schritt weiter gehen Spencer und Sweet[45]), denn sie bezweifeln es nicht nur, sondern bestreiten es überhaupt, dass die innere Wurzelscheide sich von der Papille aus erhebt, indem sie gefunden haben wollen, dass der innere Teil des Follikels aus einem Netzwerk von hornartigem Material besteht und im Anschluss an diese seltsame Entdeckung schrei-

ben: „This network, which is in the case of Echidna and Ornithorhynchus formed directly out of the central part of the follicle itself, gives rise to the inner root-sheath" (pag. 560 l. c.). Auf dieser unrichtigen Beobachtung fussend, wollen sie dann an Hand ihrer Figur 25, die aber genau das Gegenteil ihrer Behauptung erweist, entdeckt haben: „in all the stages examined in which the root-sheath is developed it can be seen most clearly that the latter extends throughout the whole length of the follicle, and at the open end is directly continuous with the middle layers of the epidermis" (l. c. pag. 570).

Gerade an den Ausführungen von Spencer und Sweet[45]) kann man sehen, wie eine falsche Voraussetzung notwendig zu falschen Schlüssen führen muss, und ich hoffe, durch meine vorstehenden Darlegungen endgültig den Beweis erbracht zu haben, dass die immer wiederkehrende Neigung, den Haarfollikel als eine Art Einstülpung der Epidermis aufzufassen, demnach seine sämtlichen Schichten genau den Schichten der Epidermis entsprechen zu lassen und insbesondere die innere Wurzelscheide gewissermassen als Stratum corneum der äusseren Wurzelscheide anzusehen (Henle[20]), Kohlrausch[25]), Stieda[49]), Mertsching[32]), Spencer und Sweet[45]) u. a.), auf irrtümlichen Beobachtungen beruht.

Die bereits erwähnte Veränderung der Zellen der äusseren Wurzelscheide ist inzwischen noch deutlicher geworden. Mit der Aufhellung des Protoplasmas macht sich auch eine Veränderung in der Stellung der Kerne dieser Zellen bemerkbar, die von der Mitte der Zellen nach den gegen die innere Wurzelscheide gerichteten Zellgrenzen wandern. Dieser Vorgang ist bereits von Sticker[48]) (l. c. pag. 13) an Schafembryonen, sowie von Garcia[14]) (l. c. pag. 150) und Stoehr[50b]) (l. c. pag. 41) an mensch-

lichen Foeten beobachtet worden. Die Feststellung Stoehrs, dass dieser Prozess unterhalb des Wulstes beginnt und im weiteren Verlauf nach abwärts gegen den Bulbus fortschreitet, muss ich berichtigen: nach meinen Feststellungen beginnt die Aufhellung an dem am Bulbus gelegenen unteren Ende der äusseren Wurzelscheide und setzt sich bis hinauf zum Wulst fort. Stoehr glaubt, diesen merkwürdigen Vorgang der Kernwanderungen und der Aufhellung der Zellen auf eine von ihm beobachtete Verdickung der den ganzen Haarbalg umziehenden Glashaut und den durch diese Verdickung für die äussere Wurzelscheide entstehenden Ernährungsschwierigkeiten zurückführen zu sollen; infolge dieser Ernährungsschwierigkeiten sei eine Protoplasmaverarmung eingetreten und aus diesem Grunde zeigen die Kerne das Bestreben, sich an einem Ort zu lagern, an dem die Bedingungen für die Stoffaufnahme günstiger wären. Stoehr weist darauf hin, dass diese Verdichtung der Glashaut und ihre Folgen mit dem Haarwechsel zusammen hängen, der bei menschlichen Foeten bereits in diesem Stadium einsetze und schliesst seine Ausführungen (l. c. pag. 44) folgendermassen: „Ich möchte also die ganze Vorgangsreihe, Verdichtung der Glashaut, Aufhellung der Zylinderzellen der äusseren Wurzelscheide und den Stellungswechsel der Kerne aus der Entwicklung des Haares ausscheiden und vielmehr als ein interkurrierendes Ereignis betrachten, das wahrscheinlich mit dem Haarwechsel resp. mit dem Absterben des ersten Haares in Zusammenhang steht.“ Gegen diese Erklärung Stoehrs für die oben erwähnten Vorgänge sprechen meines Erachtens mannigfache Bedenken. Dass im Allgemeinen Kernwanderungen als Folge von Ernährungsschwierigkeiten vorkommen können, hat für Pflanzenzellen Haberlandt[19]) und für tierische Zellen Korschelt[27]) festgestellt, und diese Feststellungen sind durch die umfassende

Arbeit von O. Hertwig[21]), welche übrigens Stoehr zur Stütze seiner Auffassung heranzieht, als zweifelsfrei anzusehen. Etwas anderes aber ist es, ob hier überhaupt Ernährungsstörungen vorliegen, denn die Aufhellung der Zellen allein scheint mir für eine solche Annahme kein schlüssiger Beweis zu sein. Nach meiner Meinung sprechen gewichtige Gründe gegen diese Feststellung. Dass die geschilderten Vorgänge dem Haarwechsel zeitlich vorangehen, ist unbestreitbar, aber das scheint mir kein hinreichender Grund für die Annahme, dass dieselben mit dem Haarwechsel bezw. mit dem Absterben des ersten Haares in direktem Zusammenhang stehen. Die Aufhellung der Zylinderzellen der äusseren Wurzelscheide und der Stellungswechsel der Kerne treten nämlich bei Cavia cobaya bereits in einem Stadium der foetalen Entwicklung auf, in welchem die Elemente des Primärhaares sich erst zu differenzieren beginnen, also zu einer Zeit, in der von einem Absterben des ersten Haares oder gar von einem Haarwechsel noch gar keine Rede sein kann, denn der letztere setzt beim Meerschweinchen erst um die Zeit der Geburt herum ein. Es ist also wohl anzunehmen, dass der beim Menschen intrauterin schon so frühzeitig beginnende Haarwechsel und die Aufhellung der Zylinderzellen ein zufälliges Zusammentreffen darstellen und jedenfalls in keinem Verhältnis von Ursache und Wirkung stehen. Was nun die durch die vermuteten Ernährungstörungen verursachte Protoplasmaverarmung und die dadurch bedingte Kernwanderung angeht, so sprechen gegen eine solche typische Degenerationserscheinung nach meiner Meinung besonders die mitotischen Kernteilungen, die sich innerhalb der aufgehellten Zellen des öfteren finden. Viel näherliegend wäre es doch wohl, die Lageveränderung der Kerne als Folge dieser Mitosen anzusprechen, und auch die Aufhellung der Zellen selbst könnte ihre Erklärung in den karyokinetischen Vorgängen finden. Selbst wenn

man es aber dahingestellt sein lassen will, ob die Protoplasmaverarmung auf Ernährungsschwierigkeiten zurückzuführen ist, so ist immer noch nicht die Wanderung der Zellkerne durch diese Hypothese erklärt: dies geht schon aus dem Umstand hervor, den übrigens Stoehr[50b]) selbst erwähnt, dass es fraglich ist, „ob für die Ernährung der Epithelzellen die Verhältnisse in den inneren Partien der äusseren Wurzelscheide günstiger liegen als an deren Peripherie; die Ernährungsmöglichkeit ist dort keine bessere, denn die axialen Nachbarn der Zylinderzellen zeigen die gleichen Aufhellungen des Protoplasmas."

Ausser von Stoehr[50b]), der als erster sich mit der Protoplasma-Aufhellung und dem Platzwechsel der Kerne eingehender beschäftigt hat, ist bisher nur Backmund[2]) auf diesen merkwürdigen Vorgang des Näheren eingegangen, und bereits seine Untersuchung zeigt eine erhebliche Abweichung von dem Stoehrschen Befund, die geeignet wäre, die Theorie von der Ernährungsschwierigkeit zu erschüttern. Backmund[2]) findet nämlich bei der Katze die Aufhellung der Zylinderzellen zwar gleichfalls, aber einen Platzwechsel und eine Formveränderung der Kerne hat er nicht beobachten können. Diese Abweichung führt er darauf zurück, dass die Glashaut bei der Katze eine geringere Dicke besitzt, als die des menschlichen Haares. „Durch die Verdickung wird wohl eine geminderte Ernährung, welche ihren Ausdruck in der Aufhellung der Zellen findet, herbeigeführt, doch ist dieselbe nicht so stark, um auch einen Platzwechsel und eine Formveränderung der Kerne wie am menschlichen Haare zu bedingen" (pag. 363 l. c.). Diese Erklärung der Abweichung von dem Stoehrschen Befund ist nun unbedingt nicht richtig, denn das embryonale Meerschweinchen hat teilweise wiederum keine auch nur annähernd so starke Glashaut, wie Backmund[2]) sie auf seiner Figur 12 ab-

bildet, und der Stellungswechsel der Kerne findet hier trotzdem statt. Eine sichere Erklärung für den merkwürdigen Vorgang wird wohl erst möglich sein, wenn weitere Untersuchungen über diesen Punkt an anderen Tierspezies vorliegen.

Inzwischen sind an der im vorigen Stadium beschriebenen Kappe auffallende Veränderungen vor sich gegangen. Während das Haar im Follikel heraufwächst, zeigen die Zellen innerhalb der Kappe zunächst deutliche Spuren einer Verhornung und zwar zunächst in der Scheitelgegend der Kappe. Ist das heraufwachsende Haar bis in die Höhe des schmalen Halses gelangt, der die Verbindung der Follikelzellen mit den Kappenzellen darstellt, so wird der Engpass völlig beseitigt, indem der Verbindungshals durch den scharfen Druck nach beiden Seiten auseinander gepresst wird. Freie Bahn hat das Haar aber trotzdem noch nicht, denn die entgegenstehenden von den Schenkeln der Kappe eingeengten Zellen können nur nach der rückwärtigen Wand der Kappe ausweichen und stauen sich, zum Teil verhornend, schliesslich dort so, dass das Haar in seinem Vordringen behindert ist. Da das Wachstum des Haares aber fortschreitet, so muss sich naturgemäss die Spitze des letzteren krümmen, und so entsteht innerhalb der Kappe die Figur eines Krummstabes. In einigen seltenen Fällen kommt es vor, dass innerhalb dieser Krümmung eine Anhäufung und Zusammendrückung von Zellen stattfindet. Die oben beschriebene Aufhellung der Zylinderzellen setzt sich inzwischen längs der Follikelwand nach unten fort, häufig sind aber trotz dieser Aufhellung dennoch mitotische Teilungen dieser Zellen wahrnehmbar, die sich zumeist als Monasteren manifestieren.

Die vorstehend beschriebene Kappenbildung tritt nicht konstant bei allen Haaren auf, aber sie ist überaus häufig. Oft liegen auf den Schnitten Haare mit Kappenbildung neben Haaren, die ohne Kappe durchbrechen. Wo

die Kappe nicht vorhanden ist, vollzieht sich der Durchbruch in der Weise, dass das Haar die Epidermis meist in gerader Richtung durchbricht, oder aber, wenn das Stratum corneum zu grossen Widerstand leistet, noch ein wenig zwischen Stratum corneum und Stratum intermedium sich hinschiebt, bevor es durchbricht. Tritt die Kappenbildung auf, so vollzieht sich der Durchbruch niemals am seitlich liegenden Scheitel der Kappe, bis zu dem das Haar wegen der dort zu starken Verhornung nicht vordringen kann, sondern an der Stelle des Stratum corneum, welche über dem höchsten Punkte des Krummstabes gelegen ist. Der Durchbruch erfolgt dann, indem Kappe und Stratum corneum durch den heftigen Druck des verhornten Haares ein Stück über das Niveau der übrigen Hautoberfläche emporgehoben und schliesslich gewaltsam gesprengt werden, wobei dann oft Fetzen der durchbrochenen Schicht von dem durchbrechenden Haar mitgerissen werden.

Mit dem Durchbrechen des Haares verliert zunächst der Wulst seine ausgeprägte Form und seine Gestalt nimmt jetzt mehr die Form einer Spindel an. Auch die Papille, die zuletzt eiförmig oder kugelig rund gewesen ist, erhält nunmehr eine mehr längliche Gestalt. Beide Vorgänge sind offenbar eine Folge des nachlassenden Drucks innerhalb des Haarbalges, denn die Spannung ist durch den erfolgten Durchbruch des Haares an die Oberfläche jetzt beseitigt.

Meinen Untersuchungen über den jetzt einsetzenden Haarwechsel sei wiederum ein kurzer Ueberblick vorausgeschickt über die Darstellungen, welche der Haarwechsel bei anderen Autoren bisher gefunden hat. Eine zusammenhängende Beschreibung durch die verschiedenen Stadien

hindurch nach neueren Untersuchungsmethoden hat der Ersatz der Haare bei Tieren bisher noch nicht gefunden, und die bisherigen Teiluntersuchungen an Tieren wurden überdies im Wesentlichen an ausgerupften Haaren vorgenommen. Eine eingehende und systematische Darstellung fand der Haarersatz nur an menschlicher Haut. Der Grund hierfür mag darin zu suchen sein, dass die tierische Haut extrauteriner Tiere durch das zu spröde Haarkleid dem Mikrotommesser einen zu starken Widerstand bot. Durch die eingangs erwähnte Methode der Entfernung der über die Oberfläche hinausragenden Haare mit Baryum sulfuratum, ist es mir möglich gewesen, diese Schwierigkeit zu überwinden. Aber auch die sehr gründlichen über den Haarwechsel beim Menschen vorliegenden Befunde sind in vielen wichtigen Punkten völlig widersprechend, und ich hoffe, dass es mir gelungen ist, durch meine Untersuchungen an Cavia cobaya zur Lösung mancher wichtiger Streitfragen beizutragen. In der folgenden Zusammenstellung habe ich auch hier wieder besonders die neuere Literatur berücksichtigt; die ältere Literatur hat eine vorzügliche Zusammenstellung in der Stieda'schen Arbeit „Ueber den Haarwechsel" (Archiv für Anat. und Physiologie 1867) gefunden.

Haarwechsel.

Historischer Ueberblick.

Stieda[39]) ist in umfassenden Arbeiten für seine Auffassung eingetreten, dass, nachdem das ausgebildete Haar das Maximum seines Wachstums erreicht hat, die Papille atrophisch wird. Aus dieser Atrophie der Papille ergeben sich Ernährungstörungen für das auf der Papille

sitzende Haar, das auf diese Weise keinen Zuwachs an Zellen mehr erhält; die Zellen des Keimlagers verhornen zum grössten Teil und so entsteht der Haarkolben, der von einem geringen Rest nicht verhornter Zellen des Keimlagers umgeben ist. Von hier aus entsteht ein neuer in das Bindegewebe hineinwachsender Spross, den die meisten Autoren fälschlich als die durch das Zugrundegehen des Haares leer gewordene äussere Wurzelscheide angesehen haben. Bindegewebszellen stülpen diesen Fortsatz ein, und so entsteht die neue Haarpapille, auf der sich alsdann aus den Zellen des Fortsatzes das neue Haar bildet, während das alte Haar aus dem Follikel hinausgedrängt wird.

In seiner neuesten 1910 erschienen Arbeit „Untersuchungen über die Haare des Menschen", die ich des Zusammenhanges halber ausserhalb der chronologischen Reihenfolge an dieser Stelle erwähne, tritt Stieda[99]) nochmals mit aller Schärfe der Lehre von der Haarneubildung auf der alten Papille entgegen. Er bestreitet, dass die alte Papille jemals ihren Standort verlässt und dass sie sich jemals zu einer neuen Papille regenerieren kann. Die alte Papille geht vollständig zugrunde, eine Trennung der Haarwurzel von der Haarpapille findet niemals statt. Es bildet sich vielmehr nach Atrophie der alten Papille eine neue junge Papille an einem neuen Keim am unteren Ende des verkürzten Haarbalges aus dem Stratum germinativum. Der Haarstengel ist nichts weiter als ein Bindegewebsbündel mit Blutgefässen, die dem jungen Haarkeim Nahrungsstoffe zuführen.

Goette[16]) denkt sich die Bildung neuer Haare beim Menschen und Säugetieren nach embryonalem Modus, also als eine Einsenkung des Epithels von der Epidermis aus. Ausserdem aber können auch noch im oberen Teil einer primären Haaranlage Haare ohne Papille, die er „Schalthaare nennt, entstehen, drittens können sich neben dem

Schalthaar in derselben Haaranlage noch andere Haare bilden, die er als „Sekundärhaare" bezeichnet und viertens entstehen nach Loslösung des alten Haares von der Papille auf letzterer wieder neue Haare. Da diese komplizierte Theorie längst widerlegt ist, so soll auf die Bildung der einzelnen Haararten hier nicht eingegangen, sondern nur hervorgehoben werden, dass Goette neue Haare, soweit sie Papillenhaare sind, auf der alten Papille sich bilden lässt.

Feiertag[10]) widerlegt eingehend die Schalthaartheorie Goettes als unhaltbar und vertritt im übrigen, als Schüler Stiedas, die Anschauungen seines Lehrers. Die Entstehung neuer Haare bei erwachsenen Menschen und Tieren nach embryonalem Modus bestreitet er nicht, aber er kann sie mit Sicherheit nicht konstatieren. Dagegen kommt er, wie Stieda, zu dem Ergebnis, dass die Bildung neuer Haare durch eine von den Zellen der äusseren Haarscheide ausgehende Wucherung erfolgt. Durch die Wucherung wird ein in die Cutis hineinragender Fortsatz erzeugt (sekundärer Haarkeim). Aus diesem Fortsatz entsteht, in gleicher Weise wie aus dem embryonalen primären Haarkeim, Haar und Haarscheide. Der Bildung des sekundären Haarkeims geht eine Atrophie der Papille des alten reifen Haares voraus. Es entsteht niemals ein neues Haar auf der alten Papille, sondern für das neue Haar wird eine neue Papille gebildet.

Unna[53a]) legte seine Ansichten über den Haarwechsel in einer umfangreichen und später viel umstrittenen Arbeit nieder. Das erste Kriterium des beginnenden Haarwechsels ist ein Starrwerden des unteren Teils der Balgwand. Die Ansicht Stiedas, dass ein solches Merkmal in Gestaltveränderungen der Papille zu finden sei, wird von Unna bestritten. Das Papillenhaar steigt nach Loslösung von der Papille im Balge auf bis zu einer mittleren Region des Balges, welche sich durch Produktivi-

tät der Zellen ihrer äusseren Scheide auszeichnet, und setzt dort sein Wachstum fort. Das Haar erhält dann einen marklosen Nachschub, indem die Stachelzellen verhornen und in Form eines Haarschafts in die innere Scheide nachschiessen. Während der markhaltige Zylinder so durch den sich anlötenden marklosen zum Balge hinausgeschoben wird, bröckelt die innere Scheide von oben herunter ab und es entsteht allmählich das Gebilde, welches Goette Schalthaar nennt. Dieses ist also nicht, wie Goette angibt, ein zweites Haarindividuum. Der Balg fällt hinter dem Haar zusammen und die Papille atrophiert langsam. Das abgelöste Haar hat am unteren Ende zunächst Kelchform; da aber die innere Wurzelscheide rascher aufsteigt, als das Haar selbst, so lässt sie immer mehr Stachelzellen von der Seite her in den Haarschaft hineinstrahlen, wodurch das untere Haarende das Aussehen eines Besens erhält. Hat das Haar die mittlere produktive Region, welche Unna als präformiertes Haarbeet bezeichnet, erreicht, so bleibt es hier stehen und wird von den Zellen des Haarbeets weiter ernährt. Das Haarbeet vertritt also von nun an die Stelle der Papille; das im Haarbeet sitzende Haar bezeichnet Unna als Beethaar. Von dem Haarbeet aus wird in den alten Balg ein Zellfortsatz hinuntergeschickt, der ein neues Papillenhaar erzeugt. Das junge Papillenhaar kann das ältere Beethaar verdrängen, es kann aber auch neben dem Beethaar fortwachsen. Unna stellt für das foetale Leben als Regel auf, dass der Fortsatz den alten Balg wieder aufsucht, während er für das extrauterine Leben die Möglichkeit einer Neubildung des Fortsatzes offen lässt. Bemerkt sei noch, dass Unna in einer späteren Arbeit[53c]) seine Lehre vom Beethaar als irrtümlich selbst widerruft.

v. Ebner[8]), der seine Untersuchungen an menschlichen Kopfhaaren und Cilien gemacht hat, sieht beim eintretenden Haarwechsel die Papille sich abheben, indem

der Haarbalg zunächst am Grunde zusammenfällt, und alle epithelialen Teile mit Ausnahme einer einzigen auf der Papille sitzenden Zellenschicht (Matrix- seu Fusszellen) in die Höhe rücken. Auch Glashaut und Papille rücken nach aufwärts, während die beiden äusseren Haarbalgscheiden hinter der sich emporhebenden Papille zusammenfallen. Dies führt zur Bildung des von Wertheim[36]) zuerst beschriebenen Haarstengels. Ist einmal das Haar von der Papille abgehoben, so ändert sich die Distanz des Kolbens von der Papille nur noch wenig. Die besenartige Auffassung des nun papillenlosen Kolbenhaares geschieht durch Hineindrängung der Zellen der äusseren Wurzelscheide. In der Talgdrüsengegend hört die Verkürzung des Balges auf; hier sitzt der Haarkolben in der durch angehäufte Zellen erweiterten Stelle fest eingekeilt in die ruhende äussere Wurzelscheide, um erst dann seinen Platz zu verlassen, wenn die Bildung eines neuen Haares schon ziemlich weit fortgeschritten ist. Das von Stieda[39a]) behauptete Verschwinden der alten Papille bestreitet v. Ebner. Die Papille atrophiert allerdings, aber erst nachdem das Haar abgestossen ist, sie verschwindet jedoch nie, sie bildet, wie schon Langer[29]) behauptet hat, die Grundlage eines neuen Haares. Die Neubildung erfolgt also im alten Balge und auf der alten Papille. Der von Stieda[49a]) behauptete abwärts wuchernde neue Fortsatz ist nichts weiter als der zusammengefallene Balgteil mit der abgeflachten Papille. Die Bildung des neuen Haares leitet sich dadurch ein, dass die epithelialen Matrixzellen des atrophischen Haarsacks neuerdings zu vegetieren beginnen. Dadurch entsteht ein Ueberdruck, der den Haarbalg ausdehnt und auf demselben Wege zurückschiebt, auf welchem er während des Wachtumstillstandes emporrückte. Wenn die Papille wieder grösser geworden ist, so legt sich über dem Papillenhals noch embryonales Mark, dann das neue Haar

an. Mit zunehmendem Wachstum des Haares rückt die Papille im Haarstengel immer tiefer hinunter, um schliesslich an dieselbe Stelle zu gelangen, wo sie war, als das abgestossene Haar noch voll vegetierte, und so verschwindet schliesslich auch der Haarstengel wieder.

Schulin[43]) lehnt sich in seinen hauptsächlich am Ochsen vorgenommenen Untersuchungen im Wesentlichen an Unna[33a]) an. Auch er meint, dass das Haar nach Ablösung von der Papille noch weiter wächst und zwar geschieht das Hinaufschieben durch Zellen, welche von der äusseren Wurzelscheide produziert und dem Haar apponiert werden. Nach Schulin stehen also die Zellen der äusseren Wurzelscheide mit denen des Haarkolbens in unmittelbarem Zusammenhang. Den im embryonalen Leben auftretenden Wulst deutet Schulin als durch mechanische Reize hervorgebracht, da hier der M. arrector ansetzt, der durch Zug die Anschwellung bewirkt.

Reinke[30]) verwirft die von den früheren Autoren aufgestellten Theorien über das Wachsen des Kolbenhaares. Nach seiner Meinung erklärt sich der Vorgang so, dass der Ueberschuss der sich in der äusseren Wurzelscheide vermehrenden Zellen nach oben rückt, um schliesslich im Haarbalgtrichter zu verhornen und abgestossen zu werden. Löst sich nun das Haar von der Papille, so wird es mit seinem aufgefiederten Ende von den Zellen der äusseren Scheide eingekeilt, und mit diesen durch die Riffelfortsätze auf das Engste verbunden. Mit den höher rückenden Zellen der Scheide wird auch das Haar emporgetragen bis in die Talgdrüsengegend, wo sich eine Einschnürung der äusseren Scheide findet. Der Schaft kann diesen Engpass passieren, der aufgefiederte Kolben nicht. So kommt es unterhalb dieser Stelle zu einer spindelförmigen Anschwellung, die dem Unna'schen Haarbeet entspricht. Nach der auf diese Weise erfolgten

Fixierung des Kolbenhaares tritt eine rückläufige Wachstumsbewegung ein. Die hinter dem Kolbenhaar zusammengefallene Wurzelscheide hat sich in einen soliden Epithelstrang umgewandelt, der aber stets im Zusammenhang mit dem Rest der Matrixzellen und der atrophischen Papille bleibt. Jetzt beginnt er gegen die Tiefe zu wuchern und treibt die sich wieder vergrössernde Papille vor sich her, auf der dann das neue Haar entsteht. Das neue Haar treibt entweder das Kolbenhaar zum Balge heraus, oder, wo das nicht gelingt, bahnt es sich neben diesem einen Weg an die Oberfläche.

Garcia[14]) fand bei seinen Untersuchungen an menschlichen Embryonen, dass die Bildung des Haarkolbens mit einer verminderten produktiven Tätigkeit der Matrixzellen einsetzt und zwar zunächst an der Basis der Papille, zuletzt an der Papillenspitze. So entfernen sich nacheinander die Henlesche und die Huxleysche Schicht, sowie die Cuticulae. Durch diese Erhebung der äusseren Schichten über dem Papillengipfel gewinnt die Haarwurzel die Gestalt des Haarkolbens, wenn das Haar noch mit seinen Matrixzellen an dem Gipfel der Papille in Verbindung steht. Die äussere Wurzelscheide verkürzt sich, und so rückt die verkleinerte Papille empor. Der Kolben rückt nach oben, weil die dem Papillengipfel entsprechenden Zellen, die aber nicht mehr zu Haarzellen werden, zunächst noch produktiv bleiben. Die Neubildung von Zellen über dem Papillengipfel hört auf, die einzelnen Zeilen wachsen nun aber durch Vergrösserung ihrer Zellkörper, wodurch der Epithelstrang noch an Länge zunimmt. Die Zellen des Stranges werden blass, schrumpfen dann ein, und der nunmehr verhornte Haarkolben kann nur noch infolge der Vermehrung der Zellen der äusseren Wurzelscheide in die Höhe steigen und zwar bis zur Ansatzstelle des Arrectors. Der Haarkolben umgibt sich am unteren Ende mit einer helleren Schicht kernloser Zellen, der Epithel-

strang verkürzt sich durch Schrumpfung seiner Zellen, und die Papille wird noch kleiner und kuglig. Im weiteren Verlauf verschwindet der geschrumpfte epitheliale Zylinder von unten nach oben, und an seiner Stelle haben wir einen aktiven epithelialen Zylinder, dessen unterste Zylinderzellen, die bis zur produktiven Region der äusseren Wurzelscheide emporgestiegene Papille halbkreisförmig umgreifen und so die sekundäre Matrixplatte bilden; auf dieser bildet sich dann der Haarkegel. Der neue epitheliale Haarfollikel verlängert sich nach unten, das aus dem Haarkegel entstehende junge Haar erreicht in seinem Wachstum das alte Haar, und das letztere fällt schliesslich aus.

Auburtin[13]) schliesst sich in seinen gleichfalls am Menschen vorgenommenen Untersuchungen der Darstellung von Garcia[14]) an. Nach der Ablösung von der Papille fasert sich das Haar unten auf, der so entstehende kurze Epithelstrang enthält ungleich grosse sich noch vermehrende Zellen ohne irgendwelche Anordnung. Der Epithelstrang wird länger, und zwar nicht allein, wie Garcia meint, durch Vermehrung seiner Elemente, sondern auch die Zellen der Wurzelscheide nehmen an der Bildung des Stranges teil. Die Papille ist etwas in die Höhe gerückt und zeigt hinter sich den Haarstengel. Mit der Verlängerung des Epithelstranges geht seine scharfe Abrandung nach aussen verloren, er wird zackig, und es zeigt sich überhaupt ein Durcheinanderliegen der Elemente, die nur im Innern eine gewisse Anordnung in Gestalt längs verlaufender Spindelzellen aufweisen. Auch über der Papille sind die Zellen regellos gelagert, von dem Zurückbleiben geordneter Matrixzellen, wie v. Ebner das beschreibt, ist keine Rede. Wird die Papille weiter emporgetrieben, so zeigt auch der Zellstrang neues Leben. Er wird nämlich vom Kolbenlager aus mit einer Zylinderzellenschicht umkleidet, welche sich schliesslich bis an

den Hals der Papille erstreckt. Diese ist etwas kürzer geworden, der Haarstengel länger. Die frühere lebhafte Färbung der Papille ist verloren gegangen. Das Zylinderepithel ist teilweise durch Zellproduktion aus den Zellen des Stranges neu entstanden, aber im wesentlichen bildet es sich aus vorhandenen Elementen um. Mit dieser Schilderung setzt sich Auburtin in Widerspruch zu dem Befund Garcias[14]). Während Auburtin mit dem Beginn des Emporsteigens der Papille auch die Regeneration des Stranges beginnen lässt, lässt Garcia mit demselben Zeitpunkt eine immer grössere Atrophie im Strang Platz greifen. Nach Auburtin kann auch die Schilderung von Garcia zutreffen, aber für die Kopfhaare hält er seine eigene Darstellung für richtig. Bei dem höchsten Stand der hinaufgerückten Papille erfolgt die Anlage des neuen Haares. Die Haaranlage wird von einigen der oben erwähnten Spindelzellen überzogen, die zur Bildung der Henleschen Schicht oder der Wurzelscheidencuticula beitragen. Mit dem weiteren Wachstum des jungen Haares wird die niemals verschwindende Papille allmählich wieder in die frühere Tiefe zurückgedrängt. Den Haarstengel hält Auburtin für den durch das Hinaufrücken der Papille eingestülpten bindegewebigen Haarbalg.

Die widerstreitenden oben skizzierten Ansichten der vorstehend genannten Forscher sind nun in die verschiedenen Lehrbücher und kompilatorischen Werke übergegangen. Die meisten dieser Lehrbücher lehren, dass die Papille nicht verschwindet und dass die Haarneubildung von der alten regenerierten Papille aus erfolgt. Ich will hier nur einige der bekanntesten neueren Werke anführen und deren Ansichten kurz wiedergeben:

Waldeyer[20]) lehrt die Ablösung der Papille vom Haar. Während das Haar im Haarbeet verweilt, beginnt die Neubildung des Ersatzhaares von denjenigen Zellen der

Wurzelscheiden aus, welche sich vom unteren Ende des Haarkolbens bis zur atrophischen Papille erstrecken, und zwar wächst der Zapfen in den alten kollabierten Haarbalg hinein, indem er die alte Papille vor sich herschiebt. Von dieser aus bildet sich dann das neue Haar in derselben Weise wie bei den Primärhaaren. Diese Ersatzbildung stelle die Regel dar; Waldeyer glaubt aber, dass sich auch neue Harbälge und neue Papillen bilden können und zwar von der Hautoberfläche aus, wie zur foetalen Zeit, ebenso wie auch als Auswüchse der alten Haarbälge.

Boehm und Davidoff[4]) vertreten die Ansicht Stiedas, sie lehren: in der Gegend der früheren Papille entsteht durch Proliferation der äusseren Haarwurzelscheide das neue Haar mit seiner Scheide und einer neuen bindegewebigen Papille.

Friedenthal[13]) übernimmt die veraltete, sonst von allen anderen Autoren verlassene Unnasche Beethaartheorie, indem er schreibt: „das von der Papille abgerückte Haar bewegt sich bis zu einer Stelle unterhalb der Talgdrüsen, von Unna Haarbeet genannt, und soll hier nach der Haarbeettheorie von neuem anwachsen und an Länge zunehmen." Bezüglich der Haarneubildung vertritt Friedenthal die Ansicht, dass diese in der Regel unter Mitwirkung der alten Papille von dem Epithelzapfen ausgeht, welcher den Haarkolben mit der Papille beim Höherrücken des Haares verbindet. Er nimmt mit Unna und Waldeyer an, dass Zellreste auf der alten Papille zurückbleiben, von denen ein neuer Epithelzapfen gebildet wird, der die Papille von neuem überkleidet und in der Regel im alten Haarbalg ein neues Haar hervorwachsen lässt.

Stoehr[50b]) lehrt, dass innere Wurzelscheide und Kolbenhaar sich von unten nach oben bis zum Haarbeet zurück bilden und schreibt dann: „Die durch das Zugrundegehen des Haares leer gewordene äussere Wurzel-

scheide, der „Epithelstrang" hat sich dabei verkürzt und zieht die atrophisch gewordene in ihrer Gestalt veränderte Haarpapille mit in die Höhe, während die Schichten des bindegewebigen Haarbalges zurück bleiben und den „Haarstengel" bilden. Nach einiger Zeit folgt eine von den Zylinderzellen des Haarbeets ausgehende Regeneration der Elemente des Epithelstranges, die sich bis auf die alte Papille herab erstreckt; neue Matrixzellen produzieren nach dem oben für die erste Haarentwicklung beschriebenen Modus ein junges Haar, das allmählich in die ursprüngliche Tiefe rückt, dann mit seiner Spitze sich neben dem Kolbenhaar, das später samt den ihm anliegenden Zellen des Haarbeetes ausfällt, in die Höhe schiebt."

O. Hertwig[21a]) gibt in kurzen Worten eine überaus klare Zusammenstellung über die verschiedenen Arten der Haarneubildung, indem er schreibt: „Nach der Ansicht der meisten Forscher bildet sich das Ersatzhaar von derselben Papille aus, von der sich das Kolbenhaar abgelöst hat. Die durch das Emporrücken des letzteren leer gewordenen Wurzelscheiden schliessen sich zu einem Zellstrang zusammen und stellen über der alten Papille gewissermassen einen neuen epithelialen Haarkeim dar, dessen über der Papille gelegene Zellen nach einiger Zeit wieder zu wuchern beginnen und eine verjüngte Haarzwiebel liefern. Durch ihre Tätigkeit entwickelt sich das Ersatzhaar genau wie das embryonale Haar, es wächst allmählich von unten nach aussen empor und schiebt dabei das Kolbenhaar solange vor sich her, bis letzteres ausfällt und dem neuen Gebilde Platz macht. — Neben der Haarentwicklung von alten Anlagen aus ist noch von Goette und Koelliker ein zweiter Bildungsmodus, den man als direkten oder primären bezeichnen könnte, beobachtet worden. Er besteht darin, dass sich auch nach der Geburt, sowohl bei den Menschen, als bei den Säugetieren Haarkeime in derselben Weise wie beim Embryo

direkt von der Keimschicht der Epidermis aus anlegen können. Endlich kommt noch ein dritter Modus vor, den man als eine Abart des zweiten ansehen könnte. Wie bei der Ratte, der Maus, dem Schwein festgestellt wurde, entwickeln sich neue Haarkeime aus der äusseren Wurzelscheide eines schon gebildeten Haares und zwar unterhalb der Einmündung der Talgdrüse in die Haartasche. Aus dieser Bildungsweise finden die bei manchen Säugetieren vorkommenden in kleinen Gruppen zusammengeordneten Haare ihre Erklärung."

Szymonowicz-Krause[51]) stellen den Haarersatz folgendermassen dar: „Der Haarwechsel beginnt mit einer Verhornung der Haarzwiebel. Sie trennt sich von der Papille und fasert sich besenförmig auf. Das nun abgestossene Haar, das wir als Kolbenhaar bezeichnen, entfernt sich immer mehr von seiner Papille, indem die Zellen der Wurzelscheiden wuchern, die unterhalb des Kolbenhaares zusammenklappen. Es bildet sich so zwischen Kolbenhaar und Papille ein verjüngter eingeschnürter Teil des Haarbalgs. Von der Papille und von dieser verjüngten Stelle wird durch sich vermehrende Epithelzellen das Ersatzhaar gebildet, welches bei seinem weiteren Wachstum das Kolbenhaar aus der Haut hinausdrängt.

R. Hertwig[22]) lässt das neue Haar aus dem alten Balge hervorsprossen, hält es aber für zweifelhaft, ob es von der alten Papille gebildet wird.

Hesse und Doflein[23]) übernehmen in ihrem monumentalen Werk „Tierbau und Tierleben" offenbar die Stiedasche Auffassung. Sie schreiben: „Am fertigen Haar atrophiert die Papille; später entsteht durch Zellwucherungen an deren Stelle ein neuer Keim mit neuer Papille, und dieser bringt ein neues Haar hervor, wodurch das alte aus der Wurzelscheide herausgedrängt wird. Nach anderen Angaben sollen auch Nebenkeime, die sich

seitlich am Haarkeim bilden, beim Haarwechsel beteiligt sein."

Ellenberger und v. Schuhmacher[9]) lassen gleichfalls den Haarersatz von der alten Papille vor sich gehen, die sich nach anfänglicher Atrophie regenerieren soll. Sie schreiben: „Beim Haarwechsel verhornt die Haarzwiebel und löst sich von der Papille ab, indem das Haar gegen die Oberfläche geschoben wird. Dabei erhält das Haar ein kolbiges unteres Ende (Kolbenhaar), da der hohle Bulbus sich mit Zellen ausfüllt. Dieser Kolben bleibt in der Gegend der Talgdrüsenmündung längere Zeit sitzen. (Diese Stelle, eine Ausbuchtung des Haarbalges heisst Harbeet); unter ihnen bilden die leeren Wurzelschichten einen dünnen Epitheistrang, an dessen Grunde die atrophisch gewordene Papille liegt. Diese ist in die Höhe gerückt, und mit ihrem alten Standort durch den bindegewebigen Haarstengel (den kollabierten bindegewebigen Haarbalg) verbunden. Noch vor Ausstossung des alten Haares vergrössert sich die Papille wieder, und es bilden die über der Papille sitzenden Zellen, indem erstere gleichzeitig wieder in die Tiefe rückt, ein neues Haar, das sich neben dem alten emporschiebt, worauf das alte Haar endlich ausfällt."

Boas[3]) lehrt in gleicher Weise wie R. Hertwig die Entstehung des neuen Haares im Boden des alten Haarbalgs. Die Frage, ob eine alte oder neue Papille bei der Haarneubildung beteiligt ist, berührt er nicht.

Eigene Untersuchungen über den Haarwechsel.

Der vorhergehende historische Abschnitt lässt zur Evidenz erkennen, dass in den Ansichten der Forscher keine Uebereinstimmung herrscht; es blieb insbesondere

eine offene Frage, ob das neue Haar im alten Balge entsteht und ob die alte Papille oder eine neue Papille den Aufbau des neuen Haares bewirkt. Meine Untersuchungen liefern, wie gleich hier vorweggenommen werden mag, den Beweis, dass beim Meerschweinchen der Modus der Entstehung an den verschiedenen Körperregionen ein verschiedener ist. Tatsächlich kommen hier beide Arten des Wiederersatzes vor, und zwar ist die von S t i e d a beschriebene beim Augenlid und der Schnauze die vorherrschende, während der andere Modus des Haarwechsels am ganzen übrigen Körper zu beobachten ist. Auf Grund dieser Ergebnisse besteht nach meiner Ansicht immerhin eine gewisse Wahrscheinlichkeit dafür, dass beim Menschen ähnliche Verhältnisse obwalten, und dass S t i e d a und seine Schule die Vertreter der anderen Richtung mit Unrecht bekämpft, ebenso aber auch von diesen mit Unrecht bekämpft wird.

Hat ein Haar das dem Haarwechsel vorausgehende Stadium erreicht, hat es also sein Wachstum abgeschlossen, so zeigt die deutlich mit der Cutis in Zusammenhang stehende Papille eine spindelförmige Gestalt und erscheint im Verhältnis zum Haar kleiner als die Papille des noch nicht durchgebrochenen Haares. Im oberen Teil der Papille haben die Kerne bereits den Charakter der Bindegewebszellen verloren, sie sind oval und rundlich geworden; im unteren Teil zeigen sie unverkennbar ihre bindegewebige Abkunft, sie sind genau wie die Zellen des mit der Papille deutlich zusammenhängenden Bindegewebes spitz ausgezogen. Die Kerne der Bindegewebszellen stehen quer zur Richtung des Haarbalges, während die Papillenkerne am Rande der Papille mit ihrer Achse in gleicher Richtung wie der Haarbalg stehen. Die über dem Papillenrand gelegene Matrix, von der aus die verschiedenen Schichten des Haares gebildet werden, zeigt eine starke produktive Tätigkeit, wie aus den häufig auf

tretenden karyokinetischen Figuren ersichtlich ist. Diese lebhaften Zellteilungen sind übrigens in diesem Stadium nicht nur in der Matrixschicht, sondern auch in den umliegenden Zellschichten zu finden. Ueberaus deutlich tritt die inzwischen erfolgte Umbildung der Zellen der Haarcuticula zu platten kernlosen Schüppchen hervor. Am unteren Teil des Haares sind noch deutlich ihre parallel zur Längsachse des Haares gestellten Zellen zu erkennen, die ihre Kerne noch nicht verloren haben, aber die Umbildung ist um so ausgeprägter, je weiter nach oben man die Cuticula verfolgt. Diese Schüppchen sind dachziegelartig aufeinandergelagert und geben der Cuticula auf Längsschnitten ein sägezahnartiges Aussehen, welches bei Cavia ganz besonders deutlich hervortritt; der vorspringende Rand der Zähnchen ist stets nach oben gerichtet. Auch die Zellen der Scheidencuticula haben sich zu sägezahnartigen Schüppchen umgeformt, deren vorspringender Rand im Gegensatz zu den Zähnchen der Haarcuticula indessen nach unten gerichtet ist. Die Zähnchen der Haarcuticula greifen auf diese Weise sperrzahnartig in die Zähnchen der Scheidencuticula ein. Der bindegewebige Haarbalg, wie auch die Glashaut haben an Stärke zugenommen, im übrigen sind die histologischen Verhältnisse des Follikels gegen das zuletzt beschriebene Stadium nicht erheblich verändert bis auf die Markzellen, die über ihrem Mutterboden, d. h. dem höchstgelegenen Teil der Papille, oval, weiter oben rundlich und je weiter nach der Haarspitze zu durch starke Brücken zusammenhängend, um so deutlicher differenziert und lufthaltig erscheinen. Vor dem Durchbrechen des Haares an die Hautoberfläche war weder zwischen noch in den Markzellen ein Luftgehalt festzustellen, das Eindringen der Luft mag also wohl mit dem Durchbruch in einem ursächlichen Zusammenhang stehen. Aber auch die Verhornung der Markzellen tritt erst auf, wenn das Haar die Ober-

fläche durchbrochen hat. Die Verhornung erstreckt sich niemals bis an die Papille, sondern die von den Matrixzellen des Markes neu produzierten und nachgeschobenen Zellen unterliegen erst erheblich weiter oben dem Verhornungsprozess.

Im weiteren Verlauf fällt zunächst auf, dass die Ausbauchung des bisher in seinem unteren Teil birnenförmig gestalteten Haarbalges verloren gegangen ist. Die Papille erscheint zusammengedrückt und ihre rund gewordenen Zellen lassen ihre bindegewebige Abkunft nicht mehr erkennen. Die über der Papille liegende Matrix, aus der sich die verschiedenen Schichten des Haares differenzierten, hat zunächst die Produktion der inneren Wurzelscheide eingestellt und steht im Begriff, nun auch die Produktion der Cuticulae und des Haares aufzugeben. So entfernt sich denn zunächst auch nur die innere Wurzelscheide von ihrer Bildungsstätte und steigt innerhalb des Haarbalges empor, während die Cuticulae und das Haar selbst sich von der Papille noch nicht trennen. Eine Differenzierung der Matrixzellen in die aufbauenden Elemente hat offenbar aber bereits aufgehört, es zeigen sich vielmehr, von der Matrix ausgehend, lange glänzende Fasern, in deren unterem Teile die länglich gewordenen Kerne noch sichtbar sind, während sie nach oben immer undeutlicher werden und schliesslich ganz verschwinden.

Bald erfolgt nun die völlige Trennung des Haares von der Papille. Durch diese Loslösung treten die oben beschriebenen Fasern deutlicher hervor und geben dem untersten Teil des Haares die charakteristische Gestalt eines Besens. Die Papille hat sich dabei von ihrem Standort entfernt und liegt nicht mehr am Rande des Follikels, sondern oberhalb des ersteren. Offenbar ist sie, da sie fest mit dem Haare zusammenhing, bei der Loslösung des letzteren ein Stück im Follikel emporgezogen worden. Dass dies nicht durch einen Schiefschnitt vorgetäuscht

wird, sondern dass die Papille in Wahrheit ihren Standort verlässt, zeigen rein färberisch die Zellen, die sich zwischen der Papille und dem Follikelende befinden, indem sie eine dunklere Tingierung ähnlich den Papillenkernen annehmen. Dieser Befund stützt in gewisser Hinsicht die von Fritsch-Auburtin[1]) aufgestellte und von Stieda[49]) bekämpfte Theorie von der Bildung des Haarstengels, über die später noch gesprochen werden soll.*)

Was die Ausbildung der Talgdrüsen angeht, so zeigt ihre Gestalt beim extrauterinen Meerschweinchen eine erhebliche Veränderung gegen das foetale Tier. Während bei letzterem die Talgdrüsen kolbig oder halbkuglig waren, ist ihre Form beim extrauterinen Tier eine ausgesprochen traubige. Stets steht ihre Grösse im umgekehrten Verhältnis zur Grösse der Haare; je kleiner die Haare sind, um so stärker sind die Talgdrüsen entwickelt. Soweit die

*) Ich will an dieser Stelle bemerken, daß die an sich wünschenswerte Messung mit dem Okularmikrometer unterblieben ist, welche darüber hätte Aufschluss geben können, wie weit sich die Papille in den verschiedenen Stadien von ihrem Standpunkt entfernt, wie weit sich der Haarbalg verkürzt usw. Eine solche Messung muß nämlich, wenigstens bei Cavia cobaya, unabweisbar irreführende Resultate ergeben, denn zeitlich erheblich auseinanderliegende Stadien kommen bei ein und demselben Tier nicht vor und bei verschiedenen Tieren ist je nach Alter und Körperbau auch die Länge der Haare grundverschieden, sodaß also ein Vergleich unmöglich ist. An menschlichen Haaren sind derartige Messungen von Auburtin[1]), Garcia[14]) u. a. vorgenommen worden, und dort waren sie möglich, weil die von diesen Autoren gemessenen Stadien sich bei ein und demselben Individuum fanden. Ich vermag nicht zu beurteilen, ob die so gefundenen Ziffern auf das Allgemeine übertragen, einen Anspruch auf Richtigkeit machen können; der Vollständigkeit halber sei hier nur erwähnt, daß Stieda[49e]) (pag. 336 l. c.) sich scharf gegen die Anschauung ausspricht, daß der Haarbalg eine unveränderliche Größe sei, d. h. daß seine Länge immer dieselbe bleibe. Wörtlich schreibt er mit Bezug auf die Auburtinschen Messungen pag. 339 l. c.: „Meiner Ansicht nach beweisen die Zahlen — nichts."

Talgdrüsen in den Untersuchungen anderer Autoren erwähnt sind, finde ich bezüglich dieses Punktes nirgends eine gegenteilige Beobachtung, mit alleiniger Ausnahme von Flatten[12]) (pag. 39 l. c.), der gefunden haben will, dass bei den Schweinerassen mit der Verfeinerung des Haares die Talgdrüsen an Grösse abnehmen. Für Cavia cobaya trifft jedenfalls das Gegenteil zu, so sind beispielsweise die Talgdrüsen der Haare des Augenlids und der Schnauze weitaus stärker entwickelt als die Talgdrüsen der erheblich grösseren Haare anderer Körperregionen.

Die innere Wurzelscheide zieht sich nun noch weiter zurück, im oberen Teile des Follikels erscheint sie mit ihren Schichten noch überaus deutlich, während der untere Teil bis zum Beginn der Auffaserung nur noch vereinzelte Kerne der Henleschen und Huxleyschen Schicht erkennen lässt, sodass also das eigentliche Haar in der unteren Hälfte des Follikels nur noch von der äusseren Wurzelscheide umgeben erscheint.

Auch sonst ist der untere Teil des Haares von dem oberen Teile verschieden, denn Haarcuticula, Wurzelscheidencuticula und Marksubstanz sind vollständig verschwunden, sodass also der untere Teil des Haares jetzt im Wesentlichen aus verhornten oder in Verhornung begriffenen Zellen der Rindensubstanz besteht. Der Raum zwischen der besenartigen Auffaserung und der Papille ist mit grosskernigen hellen Zellen ausgefüllt.

Die äussere Wurzelscheide zeigt in Höhe der Auffaserung eine zunächst noch schwache, aber doch immerhin deutliche Einknickung. Der Grund für die so entstehende Verschmälerung des Haarbalgs an dieser Stelle ist wohl darin zu suchen, dass durch die Trennung der Papille vom Haar die Querspannung in dem Follikel an dieser Stelle nachgelassen hat, sodass mechanisch eine Zusammenziehung der umgebenden Schichten erfolgen muss.

Je mehr nun die Entfernung zwischen dem Kolben und der Papille sich vergrössert, um so deutlicher wird naturgemäss dieses Zusammenfallen der äusseren Wurzelscheide. In welcher Weise diese Entfernung eine grössere wird, darüber gehen die Meinungen auseinander. Dass die Papille ihren Standort verlässt, und innerhalb des Haarbalges emporsteigt, darüber herrscht bei den neueren Autoren — die nicht überhaupt, wie Stieda[39]), Feiertag[10]), Redtel[38]) u. a., ein gänzliches Verschwinden der Papille lehren — entgegen der Meinung Wertheims[36]), der die Unveränderlichkeit des Papillenstandorts behauptete, nur eine Ansicht, wenn auch manche festgestellt haben wollen, dass die Papille nur ganz wenig, etwa um ihre eigene Länge emporsteigt (Auburtin[1])). Meinungsverschiedenheiten herrschen aber darüber, ob das Kolbenhaar sich durch Atrophie verkürzt, oder ob durch die Vermehrung der Elemente innerhalb des hinter dem Kolbenhaar zurückbleibenden Zellstranges dasselbe in die Höhe getrieben wird (Garcia[13])), oder aber, ob der bindegewebige Haarbalg, sei es durch die in ihm enthaltenen Muskelfasern, sei es durch den Druck der umgebenden Gewebe, auf den zurückbleibenden Strang zusammenpressend wirkt und so mittelbar den Kolben in die Höhe treibt (Kolliker[26a]), v. Ebner[8]), Wertheim[36])) u. a.

Um zunächst darauf einzugehen, ob die Papille stets nur wenig ihre Lage verändert (Auburtin[1])), so genügt ein Blick auf die in dem Stoehrschen Lehrbuch[50c]) abgebildete Figur 320 (pag. 372 l. c.), um die Unrichtigkeit dieser Annahme zu erkennen. Allerdings habe ich feststellen können, dass der Grad dieses Emporrückens in den verschiedenen Körperregionen verschieden ist. Dass die von Stoehr[50c]) in das Lehrbuch aufgenommenen, nach Präparaten aus der menschlichen Haut gezeichneten Bilder nicht schematisiert sind, sondern den tatsächlichen

Verhältnissen genau entsprechen, beweisen mir Bilder, die ich bei Cavia cobaya oft angetroffen habe. Anders steht es um die Frage, ob der Kolben sich von unten aus durch Atrophie verkürzt, oder aber, ob er durch mechanische Kräfte in die Höhe getrieben wird. Dass eine am unteren Kolbenende einsetzende Atrophie des Haares stattfindet, erscheint mir das Wahrscheinlichere, denn die oben beschriebene besenartige Auffaserung atrophiert unzweifelhaft bis — um den Vergleich beizubehalten — zum Stiel des Besens. Nur in ganz vereinzelten Fällen bleiben Reste der besenartigen Fasern noch bis in das letzte Stadium erhalten; in den weitaus meisten Fällen gehen sie durch Atrophie zu Grunde. Ob das auf diese Weise entstehende kolbige Gebilde sich weiter durch Atrophie verkürzt oder aber durch mechanische Kräfte emporgetrieben wird, lässt sich mit Sicherheit nicht feststellen. Die letztere Anschauung hat manche Wahrscheinlichkeit für sich, wenn man die durch Kompression in ihrer Form veränderten Zellen des Stranges betrachtet. Dass das untere Kolbenende der Oberfläche im weiteren Verlauf immer näher rückt, kann nicht wohl bestritten werden, und es ist anzunehmen, dass die hinter dem Kolbenende zunehmende Retraktion des Balges hierbei eine Rolle spielt. Eine Vermehrung der hinter dem Kolben zurückbleibenden Zellen, wenn eine solche überhaupt stattfindet — ich habe Mitosen in diesem Stadium trotz eifrigsten Suchens niemals feststellen können —, kann eine so grosse mechanische Wirkung meines Erachtens nicht hervorbringen.

Zunächst ist ein solcher Kolben am unteren Ende noch nicht völlig abgerundet, sondern weist noch Reste der besenartigen Auffaserung auf. Die sehr stark entwickelte Glashaut, welche zugleich mit der Papille emporrückt und auf diese Weise kürzer und dicker geworden ist, hat den Epithelstrang zwischen Kolben und Papille stärker komprimiert, der durch das Verschwinden des

starren Kolbens und durch Gewebeabnahme keinen genügenden Widerstand mehr leisten kann; die Zellen des Stranges sind durch diesen von beiden Seiten erfolgenden Druck gezwungen, sich mit ihrer Längsachse mehr parallel zur Längsachse des Haares zu stellen. Ich bin mit Unna[53a]) der Meinung, dass die Verdickung der Glashaut ihre Erklärung in ihrer Verkürzung findet. Oberhalb des unteren Kolbenendes ist die Insertionsstelle des Muc. arrector pili sichtbar. Der Kolben selbst zeigt in seinem unteren Drittel noch Reste der inneren Wurzelscheide. Die Papillenkerne haben keinen ausgesprochen bindegewebigen Charakter mehr, nur nehmen sie Farbstoffe begieriger auf als andere Zellen des Haarbalgs. Im übrigen ist die Papille infolge der Retraktion der Glashaut im Follikel weiter emporgestiegen. Hinter ihr fällt der bindegewebige Haarbalg infolge der nachlassenden Spannung zusammen. Es entsteht so ein Gebilde, das, unmittelbar unter der Papille kelchartig erweitert, nach unten zu immer schmaler wird und das zuerst von Wertheim[56]) beschrieben worden ist. Da dieser Autor aber, wie bereits erwähnt, behauptete, dass die Papille ihren Standort nicht verlässt, so suchte er dieses Gebilde als einen stengelähnlichen Fortsatz des Haarbalges zu erklären. Wenn auch diese Theorie später widerlegt wurde, so haben sich doch die von Wertheim[56]) in die Literatur eingeführten Bezeichnungen „Haarkelch" und „Haarstengel" erhalten. Stieda[49]), der nicht nur ein Emporsteigen der Papille bestreitet, sondern vielmehr in allen Fällen ihr Verschwinden behauptet, muss natürlich zur Ablehnung des ganzen Gebildes kommen. Da das Vorhandensein des Haarstengels aber nicht zu bestreiten ist, so kommt er, in dem Bestreben, dieses Gebilde in seine Theorie einzufügen, in seiner neuesten Schrift „Untersuchungen über die Haare des Menschen" zu der eigenartigen Erklärung, es handle sich hier lediglich um ein

Bindegewebsbündel mit Blutgefässen, die dem Haarkeim Nahrungsstoffe zuführen sollen. Ich muss weiter unten auf das Gebilde des Haarstengels nochmals eingehen und will hier nur hervorheben, dass Stieda gar keinen Versuch macht, zu erklären, woher denn plötzlich dieses vorher nicht sichtbare Bündel in so ausgeprägter Form auftaucht. Dass in die Papille Gefässe einmünden, ist unbestreitbar und durch Injektionspräparate leicht nachzuweisen, wir haben eben, wie Waldeyer[55]) sagt: „im Haarbalg mit seiner Papille den das Haar tragenden, stützenden und ernährenden Apparat vor uns." Den Haarstengel aber lediglich als Bindegewebsbündel mit Blutgefässen anzusprechen, ist aus verschiedenen Gründen unmöglich. Der Harstengel verläuft, im Gegensatz zu den Blutgefässen, in der verlängerten Richtung des Haarbalgs; zeigt er eine etwas abweichende Richtung, so ist diese hervorgebracht durch den zu geringen Widerstand, den der weiche, der stützenden Papille beraubte zusammengefallene bindegewebige Haarbalg dem herandrängenden Bindegewebe entgegen zu setzen vermag. Wenn an der Stelle des Eintrittes in die Papille Blutgefässe und Haarstengel übereinander liegen, so kann es freilich manchmal so aussehen, als wenn an dieser Stelle die Blutgefässe im Haarstengel verlaufen; verfolgt man aber die beiden Gebilde weiter nach unten, so ist in jedem einzelnen Fall ihr getrennter Verlauf festzustellen. Aber noch ein anderes Argument spricht gegen die Stiedasche Ansicht: In frühen Embryonalstadien sind doch auch bereits die die Papille ernährenden Blutgefässe vorhanden; niemals aber ist hier ein dem „Haarstengel" ähnliches Gebilde anzutreffen, sondern dieser kommt eben nur bei Haarwechselbildern vor.

Von anderer Seite wird in der neueren Literatur nicht bestritten, dass das Gebilde des Haarstengels auf das Emporsteigen der Papille zurück zu führen ist. Allerdings

stellt Auburtin[1]) (pag. 482 l. c.) die Behauptung auf, dass der Haarstengel nicht nur durch ein Zusammenfallen des bindegewebigen Haarbalgs zustande komme, sondern dass die Papille den ihr anhaftenden Teil des Balges mit sich nehme und so den ganzen Balg einstülpe, da sie ja mit dem Bindegewebe fest zusammenhänge. Unzweifelhaft finden sich Bilder, welche diese Ansicht stützen könnten, aber es scheint mir doch, dass diese Verbindung der Papille mit dem Bindegewebe nur noch im allerfrühesten Stadium des Emporsteigens der Papille besteht und dass mit dem weiteren Hinaufrücken auch eine Lösung der Papille von dem darunterliegenden Bindegewebe erfolgt, denn sonst müssten doch einmal entsprechende Bilder anzutreffen sein, und vor allen Dingen müsste auch der Haarstengel ein kompakteres Aussehen haben, als er es tatsächlich besitzt.

Die von mir gefundenen Bilder veranschaulichen deutlich diese Verhältnisse. Hat die Papille sich von ihrem ursprünglichen Standort entfernt, so wird sie nach und nach immer undeutlicher. Glashaut und bindegewebiger Haarbalg erscheinen enorm verdickt, und der durch sie in axialer Richtung wirkende Druck hat die Kerne in dem zwischen Haarkolben und Papille befindlichen Epithelstrang mit ihrer Längsachse parallel zum Haarbalg orientiert. Der Haarstengel ist dann bereits viel ausgeprägter und länger als im vorigen Stadium, und die innere Wurzelscheide hat sich bereits bis zur Ansatzstelle des Arrectors verkürzt.

In dem dann folgenden Stadium erreicht die Papille einen sehr hohen Stand. Der Weg, den sie beim Emporrücken genommen hat,wird durch die parallel zur Haarbalgachse orientierten Kerne und Fasern des Haarstengels deutlich veranschaulicht. Nach meinen Beobachtungen ist dieses das Stadium, in welchem der Haarstengel am längsten erscheint. Seine kürzere Gestalt in späteren Stadien ist

wohl so zu erklären, dass seine Zellen teilweise allmählich von dem umgebenden Bindegewebe aufgenommen werden. Diese Annahme wird gestützt durch Bilder, in denen das Bindegewebe an der Stelle des vorhanden gewesenen Haarstengels besonders dicht erscheint. Der Kolben endet hier nach unten abgerundet, die besenartigen Fasern sind durch Atrophie vollständig verschwunden. Auch die innere Wurzelscheide, die vorher im oberen Teil des Kolbens noch deutlich bis zum Arrector reichte und den Kolben manschettenartig umgab, ist vollständig zu Grunde gegangen und nur noch an Kernresten im unteren Kolbenteil erkennbar.

Im weiteren Verlauf verkürzt sich nun der Kolben immer mehr, bis er in die Höhe der Ansatzstelle des M. arrector gelangt; hier, an der Stelle des früheren Wulstes bleibt er stehen. In dem Epithelstrang, zwischen dem abgerundeten Kolbenende und der Papille haben die Zellkerne ihre längliche Gestalt verloren, sie sind runder geworden und zeigen eine regelmässigere Anordnung. Unmittelbar unter dem Kolbenende stehen sie etwas dichter als in dem aufgehellten mittleren und dem unteren Ende des Epithelstrangs. Ist der Kolben bis zu dieser Stelle verkürzt, so hat auch die Papille ihren höchsten Stand erreicht. Nun aber setzt eine deutliche Regeneration innerhalb des Stranges ein, die offenbar von den Zellen ausgeht, welche den Kolben am unteren Ende in dichterer Anordnung umgeben. Die Zellen des Epithelstrangs haben sich erheblich vermehrt und üben dadurch auf die Papille, die dem Abwärtswuchern des Stranges einen Widerstand entgegensetzt, einen anscheinend sehr starken Druck aus. Durch diesen Druck plattet sich die Papille zunächst ab; da aber der Druck immer stärker wird, so wird sie schliesslich gezwungen, wieder nach abwärts zu wandern. Die Zellkerne des Zylinders, welche bisher rundlich waren, zeigen nunmehr infolge des Druckes, dem sie

durch die innerhalb des Zylinders erfolgende Zellvermehrung einerseits und durch die Widerstand leistende Papille andererseits ausgesetzt sind, jetzt eine ovale Gestalt und zwar sind sie unmittelbar unter dem Kolbenende, wo die Vegetation und der Druck am stärksten sind, mit ihrer Längsachse quer zur Richtung des Haarbalgs orientiert, während ihre Stellung im unteren Teil des Zylinders noch nicht regelmässig hervortritt. An den Seiten hat sich der Strang mit einer deutlichen Zylinderzellenschicht umkleidet, deren Kerne rechtwinklig zur Haarbalgachse angeordnet sind. Diese Zylinderzellenschicht wuchert vom Kolbenlager nach abwärts, und da die breiter gewordene Papille, deren Elemente sich vermehrt haben, einem weiteren Abwärtswuchern entgegensteht, so umwächst die Zylinderzellenschicht kappenförmig den oberen Rand der Papille, und zwar stehen an dieser Randpartie die Kerne mit ihrer Achse parallel zur Richtung des Follikels in meilerförmiger Anordnung. Ist die Zylinderzellenschicht von der Ansatzstelle des Arrectors (dem Unnaschen Haarbeet) bis zur Papille abwärts gewuchert, so überkleidet sie schliesslich in der eben beschriebenen Weise den oberen Papillenrand; auf der dem Arrector gegenüberliegenden Seite ist die Stellung der Kerne noch nicht ausgesprochen rechtwinklig zur Haarbalgachse, aber ein Bestreben nach Anordnung in dieser Richtung ist hier gleichfalls bereits erkennbar. Zwischen der Papille und dem durch ihren Widerstand eingebrochenen Epithelzylinder tritt jetzt wieder der charakteristische kleine Spalt auf, über den im ersten Teil dieser Arbeit bereits gesprochen wurde. Der Weg, den die Papille nimmt, wenn sie durch den sich regenerierenden Strang kontinuierlich gedrückt wird, ist derselbe Weg, in welchem sie nach aufwärts gestiegen war, so dass also der alte zusammengefallene Haarbalg wieder wegsam wird. Auf diese Weise verkürzt sich auch der Haarsten-

gel allmählich wieder immer mehr bis zu seinem völligen Verschwinden, indem er dem nach abwärts wachsenden Haarbalge das Material zum Aufbau der Ring- und Längsfaserschicht liefert.

Es scheint mir zweckmässig, an diesem Abschnitt die fortlaufende Darstellung des Haarwechsels zu unterbrechen, um hier auf die viel bekämpfte Theorie Stieda s[49]) einzugehen. Stieda hat, wie in dem historischen Teile des Näheren angeführt ist, in verschiedenen Arbeiten bis in die neueste Zeit die Ansicht vertreten, dass die Papille vor Bildung des Haarkolbens gänzlich durch Atrophie zu Grunde gehe, und dass für jedes neue Haar auch eine neue Papille gebildet werde. Ein Epithelstrang zwischen dem sich verkürzenden Kolben und der Papille könne infolgedessen auch nicht zurückbleiben, dieses Gebilde sei von den bisherigen Autoren richtig gesehen, aber falsch gedeutet, es sei vielmehr aufzufassen als der Keim eines neuen Haares, welcher von den Zellen der den verkürzten Haarkolben umgebenden äusseren Haarscheide ausgehe und der als Haarzapfen bezeichneten Entwicklungsstufe des embryonalen Haares entspreche. Leider hat Stieda es unterlassen, bei den Abbildungen seiner ersten größeren Arbeit[50]), welche den späteren Schriften zugrunde liegt, zu erwähnen, welchen Körperregionen die Schnitte entnommen sind, seine kürzlich umfangreiche 1908 erschienene Arbeit[51]) bringt lediglich Zeichnungen von Haaren aus Lippe und Augenlidern des Menschen. Wenn nun auch bei einer vergleichenden Untersuchung am Tier die Befunde nicht ohne Weiteres auf den Menschen übertragen werden können, so glaubte ich doch meine Aufmerksamkeit darauf richten zu sollen, ob vielleicht an den verschiedenen Körpergegenden der Modus der Haarneubildung ein verschiedener ist. Hierbei habe ich die überraschende Feststellung machen können, dass sich an Augenlidern und Schnauze vom Meerschwein-

chen zahllose Bilder finden, welche die Stiedasche Theorie in überzeugender Weise stützen, während andere Körperpartien wie Stirn, Schädel, Rücken, Bauch usw. lediglich den vorstehend beschriebenen Modus erkennen lassen. Da nun die Verschiedenheit der sich gegenüberstehenden Ansichten lediglich beschränkt ist auf die Zeit, innerhalb deren das fertige durchgebrochene Haar Vorbereitungen zum Haarwechsel trifft bis zu der Zeit, in der eine Papille da ist, von der aus die Haarneubildung erfolgt, so will ich an dieser Stelle die Beschreibung des anderen Modus einschalten, die im Wesentlichen den von Stieda behaupteten Befund bestätigt. Ist nämlich das Stadium erreicht, in welchem eine Papille vorhanden ist, auf der das neue Haar sich bilden kann, so ist die dann folgende Weiterentwicklung die gleiche und die Feststellung, ob die Papille nach dem einen oder anderen Modus gebildet wurde, ist in späteren Stadien kaum noch möglich.

An Follikeln, bei welchen die Papille durch Atrophie vollständig verschwunden ist, verliert der Kolben seine besenartige Auffaserung fast vollständig. Die innere Wurzelscheide verschwindet bis auf einzelne langgestreckte parallel zur Längsachse des Haares gestellte Kerne. Die äussere Wurzelscheide, die ja eine einfache Fortsetzung der Epidermis ist, zeigt deutlich hier auch im unteren Teil die leicht unterscheidbaren Schichten des Stratum cylindricum und des Stratum intermedium. Die Glashaut ist besonders am unteren Teil des Haarbalgs überaus stark entwickelt, ebenso wie die beiden Faserschichten des bindegewebigen Haarbalgs, welche die bereits beschriebene Anordnung der Kerne zeigen. Im weiteren Verlauf verkürzt sich nun der Kolben immer mehr. Am Boden des Follikels ist eine stärkere Zellenanhäufung zwischen Haarkolben und Haarbalg zu erkennen; diese Zellenanhäufung spricht Stieda mit Recht als Rest des früheren Keimlagers an, von der die später erfolgende Bildung des neuen Haares ausgeht.

Deutlich zeigt sich alsdann eine Proliferation von Zellen am unteren Follikelende. Der Haarkolben ist von der aus Zylinderzellen bestehenden Matrixschicht umgeben, deren Kerne mit ihrem Längsdurchmesser, sowohl an den Seiten, wie an dem unten abgerundeten Ende des Haarkolbens, rechtwinklig gegen den letzteren orientiert erscheinen. Der Proliferationsstrang ist in seinem Durchmesser schmaler als der etwas bauchige Teil des Follikels, in welchem der Haarkolben steckt. Nicht immer wächst der neue Haarkeim in der Verlängerung der Follikelachse nach abwärts, sondern häufig geht dieser Fortsatz seitlich vom Grunde des Follikels ab und wächst dann in dieser Richtung weiter in das Corium hinab. Für die seitliche Richtung, die der unterhalb des Haarkolbens liegende Follikelteil oft einschlägt, sind von den verschiedenen Autoren verschiedene Erklärungen gegeben worden. So schreibt Unna[53]): „Der Fortsatz dringt beliebig in die Cutis ein, wo der Widerstand am geringsten ist und schafft sich einen neuen unteren Balgteil.“ v. Ebner sagt: „dass dieselbe (die Schiefstellung) durch assymetrischen Zug der aus der Pars reticularis Corii in die Papillarschicht aufsteigenden Bindegewebsbündel bei Verschiebungen der Haut entstehen kann, wird man begreiflich finden, wenn man bedenkt, dass der weiche zusammengefallene Balgteil jedem Drucke und Zuge nachgibt, während der starre Haarkolben Widerstand leistet.“ Nach Garcia[44]) ist die seitliche Lagerung des Fortsatzes vielleicht bedingt durch einen Zug des Arrectors, sowie durch die stärkere Produktivität der äusseren Wurzelscheide an der Seite des Arrektors. Die bedeutendere Wucherung macht sich in Form von Wülsten und Falten geltend, welche an Längsschnitten als seitliche Fortsätze erscheinen und welche den epithelialen Zylinder nach der Seite schieben. Erwähnt sei auch noch die etwas umständliche Erklärung von Auburtin[1]). Dieser Autor findet den

Strang in der Weise gebogen, „dass die konvexe Seite dahin zu liegen kommt, wohin die Verschiebung stattgefunden. Für diese Verschiebung kann es nur folgende Erklärung geben. Wenn nämlich, was man an dem Vorhandensein von Kernteilungsfiguren erkennt, die Zylinderzellen des Stranges sich vermehren, so wird der Strang das Bestreben haben, den Kolben empor — oder die Papille herabzudrängen. Dazu ist aber nicht genügend Kraft vorhanden. Nun schneiden sich aber die Achsen von Haar und Strang stets unter einem allerdings sehr stumpfen Winkel. Diejenigen Zellen nun, welche an der Innenseite dieses Winkels liegen, sind durch den unmittelbar über ihnen liegenden Kolben in ihrer Entwicklung sehr beschränkt, werden also bei einer weiteren Vermehrung bewirken, dass der Strang sich biegt, und zwar nach der anderen Seite, wo der Widerstand geringer ist. Dadurch werden die Achsen von Haar und Strang etwas verschoben."

Nach meiner Meinung bedarf es einer so umständlichen Erklärung für einen so einfachen Vorgang gar nicht, und die Ansicht v. Ebners[1]) trifft durchaus den Kern der Sache. Dass die jungen Zellen des Fortsatzes dem Druck des umgebenden Bindegewebes nicht in dem Masse standhalten können, wie der alte noch dazu durch den Kolben gestützte Teil des Follikels, ist ohne weiteres einleuchtend, und dadurch ist die seitliche Lagerung des Fortsatzes hinreichend erklärt.

Im übrigen verlaufen die sich bei dem Hinabwachsen des Fortsatzes in dem neuen Haarkeim abspielenden Vorgänge genau analog den Vorgängen im embryonalen Haarzapfen, die im ersten Teil dieser Arbeit eingehend beschrieben worden sind. Diese Analogie geht sogar soweit, dass auch hier erhebliche zeitliche Schwankungen im Auftreten der Papille festzustellen sind. Häufig wuchert der neue Keim ein erhebliches Stück in das Corium hinein, bis

er auf einen Widerstand in Gestalt sich anhäufender Bindegewebskerne trifft, welche die spätere Papille formen, in anderen Fällen wiederum geschieht die Papillenanlage früher, sodass der Strang dann verhältnismässig kurz erscheint.

v. Ebner[49]) der sich als erster eingehend mit der Widerlegung der Stiedaschen[49a]) Untersuchungen beschäftigt hat, behauptet, dass dieser Strang der zusammengefallene Teil des alten Haarbalgs sei, der sich wie ein nach abwärts gewucherter Fortsatz ausnehme. Er fährt wörtlich fort (pag. 382 l. c.): „Wäre Stiedas Darstellung richtig, so müssten sich Kolbenhaare finden, die in einem unterhalb des Kolbens abgerundeten und bis dahin gleich weiten Haarbalge stecken, der keine Spur einer Papille trägt. In der Tat bildet Stieda einen solchen Haarbalg in seiner Figur 2a ab. Ich habe aber die gegründete Vermutung, dass dieses Bild auf einer Täuschung beruht. Häufig steht nämlich, wie dies Stieda selbst in seiner Figur 9 zeichnet, das, was ich als atrophischen Balgteil mit der Papille betrachte, schief zur Richtung des darüberliegenden Kolbenhaares. . . . An etwas dünnen senkrechten Schnitten kann es nun leicht geschehen, dass das Kolbenhaar in einem unten scheinbar gleichmässig abgerundeten Balge steckt, weil der schief abgehende zusammengefallene Balgteil abgeschnitten wurde. So erkläre ich mir die in der Frage scheinbar entscheidende Figur 2a Stiedas."

Diese Auffassung v. Ebners wird durch meine Untersuchungen in allen Punkten widerlegt. In der Tat finden sich Kolbenhaare, „die in einem unterhalb des Kolbens abgerundeten und bis dahin gleich weiten Haarbalge stecken, der keine Spur einer Papille trägt." Die Glashaut, ebenso der bindegewebige Haarbalg um das untere Follikelende herum sind an solchen Kolbenhaaren so deutlich ausgebildet, dass wohl nicht behauptet werden kann,

der Haarbalg habe noch einen schräg gestellten Fortsatz, der nicht in den Schnitt gefallen sei — abgesehen davon, dass ja ein solcher Fortsatz dann auf einem der Nebenschnitte erscheinen müsste. Von den produktiven Zellen, welche den Kolben an seinem unteren Ende umgeben, entspringt dann der neue Haarkeim; schon allein die sich nach embryonalen Modus anlegende junge Papille solcher Bilder zeigt unabweisbar die Richtigkeit der Stiedaschen Beobachtung, dessen scheinbar etwas schematisierte Abbildungen, wie allerdings zugegeben werden muss, freilich noch einigen Zweifeln Raum lassen könnten.

Die Ansicht v. Ebners[8]), die Stiedaschen Befunde so zu erklären, dass der schräg gestellte Fortsatz durch den Schnitt nicht getroffen worden sei, ist dann hauptsächlich von Garcia[14]) (pag. 187 l. c.) übernommen worden, der lediglich menschliche Kopfhaut untersuchte und die von Stieda gesehenen Bilder dort nicht fand. Was Auburtin[1]) angeht, der gleichfalls die von Stieda[49c]) beschriebene Art von Wiederersatz nicht finden konnte (pag. 477/78 l. c.), so bin ich vollkommen der Meinung Stiedas, dass die von Auburtin gebrachte Fig. 12 die Richtigkeit der Stiedaschen Beobachtung erweist, denn die von Auburtin in dieser Figur gezeichneten seitlichen Fortsätze sind unzweifelhaft neue Keime. Ich verweise auf die diesbezüglichen Ausführungen in der letzten Stiedaschen Arbeit[49e]) (pag. 333 l. c.).

Ist die Papillenanlage nach embryonalem Modus erfolgt, so geht auch die weitere Entwicklung genau wie im embryonalen Haarzapfen weiter. Der zunächst unten abgeflachte Zapfen erfährt durch den Widerstand der Papille eine Eindellung, und so ist das Stadium erreicht, bei welchem die Beschreibung der anderen Art des Haarersatzes vorhin abgebrochen wurde. Von nun an sind

in beiden Fällen die beim weiteren Verlauf des Haarersatzes sich abspielenden Vorgänge wieder die gleichen.

Es ist mir leider nicht möglich gewesen, zu ergründen, welche Ursachen es sind, die auf die Art des Haarersatzes Einfluss haben. Für die naheliegende Annahme, die Jahreszeit hiermit in Verbindung zu bringen, ergaben meine auf diesen Punkt besonders gerichteten Untersuchungen keinerlei Anhalt, und ebenso darf es als ausgeschlossen gelten, dass etwa der erste auf das Foetalstadium folgende Haarersatz nach dem einen und der spätere Haarwechsel nach dem anderen Modus stattfindet. Erwähnenswert scheint mir indessen der Umstand, dass ich einen neuen vom Kolbenlager abgehenden Fortsatz nur an Haaren angetroffen habe, die keinen M. arrector pili besassen, bis zu dessen Ansatzstelle sich, wie oben ausgeführt, das Kolbenhaar bei dem erstbeschriebenen Modus des Haarersatzes verkürzt. Die Folgerung läge vielleicht nahe, dass nur an denjenigen Körperpartien, deren Haare keinen Arrector besitzen, wie Cilien, Vibrissae usw., die von Stieda [49]) behauptete Art des Haarersatzes vor sich gehe.

Ich habe indessen, wenn auch nur zweimal, in der vorderen Rückengegend Bilder angetroffen, die ich nur als nach diesem Modus entstanden zu erklären vermag, wobei ich allerdings hinzufügen will, dass auch diese beiden Haare einen Arrector nicht hatten. Nicht unterlassen möchte ich es, hierbei zu erwähnen, dass kein einziges der Bilder, welche Stieda [49a]) und c]) seiner Arbeit beigegeben hat, einen Arrector zeigt.

Eine Klärung der Frage, ob ein Zusammenhang zwischen dem Vorhandensein des Arrectors und der Art des Haarersatzes besteht, wird sich wohl nur durch vergleichende Untersuchungen an anderen Tieren erreichen lassen.

Der eingedellte Zapfen umgreift nun die seinem weiteren Abwärtswuchern entgegenstehende Papille immer mehr, und auf diese Weise bildet sich, genau wie im embryonalen Haarzapfen, ein die Papille immer mehr umfassender Bulbus. Innerhalb des Zapfens gruppieren sich die Zellen immer regelmässiger und zwar in genau derselben Weise, wie dies bei der embryonalen Haarentwicklung beschrieben worden ist, indem sie mit der Matrixplatte als Basis den Haarkegel, die Anlage des neuen Haares, bilden. Um nicht Bekanntes zu wiederholen, sei hier auf den ersten Teil dieser Arbeit verwiesen. Das alte Haar steht mit seinem unteren Ende in einer Ausbauchung, der Gegend des früheren Wulstes. Diese Ausbuchtung hat aber nicht mehr das Aussehen des Wulstes, der sich am Primärhaar als knopfförmige Erhebung darstellte, sondern ihre Gestalt wird beeinflusst durch den innerhalb der weichen Zellen stehenden starren Haarkolben und auch wohl durch den Zug des M. arrector pili, der an dieser Stelle ansetzt. Die Papille hat durch die fortschreitende kapselförmige Umgreifung der Bulbusränder wieder ihre ursprüngliche längliche Gestalt erhalten. Sehr deutlich markiert sich von nun ab wieder der bindegewebige Haarbalg. Die innere der beiden Schichten, die Ringfaserschicht, zeigt eine grosse Anzahl meist stäbchenförmiger Zellkerne, die, nach unten um den Haarbalgrand bis an den Papillenhals verlaufend, mit der Papille in Verbindung stehen; auch färberisch hebt sich die Ringfaserschicht bei Gieson-Färbung durch intensiveres Festhalten des Fuchsins von der nach aussen von ihr liegenden Längsfaserschicht ab. Diese letztere erscheint in ihrer Struktur nicht so deutlich wie die Ringfaserschicht; sie zeigt einen erheblich geringeren Kernreichtum und zieht sich um den Papillenhals herum, auf diese Weise den ganzen Haarbalg umschliessend. In Höhe des oberen Drittels des Follikels verliert sich die scharfe Sonderung

der Schichten immer mehr, und oberhalb des M. arrector pili ist eine Unterscheidung in Ring- und Längsfaserschicht meist überhaupt nicht mehr möglich.

Die im Haarkegel vorgegangenen Veränderungen sind inzwischen weiter fortgeschritten und das junge Haar tritt bereits in allen seinen Teilen deutlich hervor. Zunächst haben die am äussersten Rande der Matrixplatte, also ihre am tiefsten gelegenen Zellen, die innere Wurzelscheide des jungen Haares gebildet; diese verhornt, und die Henlesche, wie auch die Huxleysche Schicht erscheinen schon differenziert. Am eigentlichen Haar sind die später verschwindenden langen spindelförmigen Zellkerne der den Hauptteil der Haarsubstanz ausmachenden Rindenschicht erkennbar. Deutlich tritt hier zutage, dass diese Rindenzellen Abkömmlinge der am höchsten auf der Matrixplatte gelegenen Zellen sind. Markzellen sind noch nicht zu erkennen; sie bilden sich erst, wenn der Verhornungsprozess der Cuticulae und der Rindenschicht weiter vorgeschritten ist. Das Haar hat mit seinen Scheiden die verhornte Kegelspitze erreicht, und diese steht bereits höher als das untere Ende des alten Haarkolbens. Zwischen den Zellen der Zylinderzellenschicht sieht man in diesem Stadium besonders stark ausgeprägt die bereits von Auburtin[1]) (pag. 483 l. c.) erwähnten eigentümlichen langen Zellen mit ihren langgestreckten tiefschwarzen gefärbten Kernen. Diese Zellen treten in regelmässigen Abständen auf und sind nach Fritsch (zitiert nach Auburtin[1]), da eine diesbezügliche Arbeit von Fritsch nicht vorliegt), als die Folge eines einseitigen Chromatinniederschlages durch die Fixierungsflüssigkeit anzusehen. Ich selbst habe für diese Gebilde, die ich in den Arbeiten anderer Autoren nirgends beschrieben oder abgebildet finde, keine Erklärung; gerade die von Auburtin betonte Regelmässigkeit der Abstände dieser Zellen von einander scheint mir aber immerhin einen

Zweifel an der von Fritsch gegebenen Deutung zuzulassen. Hervorzuheben wäre noch, dass die um den Haarkolben gruppierten alten, halbverhornten Zellen sich in diesem Stadium bei Nachfärbung mit van Giesonscher Lösung färberisch von den anderen Zellen der äusseren Wurzelscheide noch schärfer abheben, als in den früheren Stadien.

Je nach der Richtung des unteren Teiles des Follikels schiebt sich das junge Haar entweder an dem alten Kolbenhaar vorbei und wächst neben diesem weiter hinauf, bis es die Oberfläche erreicht, oder aber es trifft auf das untere Ende des Kolbens, den es so aus dem Balge hinaustreiben hilft. Der letztere Fall ist verhältnismässig selten. Häufiger sind die Bilder, in denen das reife Kolbenhaar und das noch wachsende neue Haar zusammen an die Oberfläche treten, denn meist ist der unterhalb des Kolbens befindliche Teil des Follikels, wie bereits an früherer Stelle erwähnt, gegen den oberen Teil etwas geneigt, sodass das junge Haar an dem alten Haar vorbeiwachsen kann. Die Ausstossung des alten Haares erfolgt in diesem Fall anscheinend durch Lockerung des Kolbens in dem ihn umgebenden alten Zellenlager, das dem jungen, von der Matrixplatte hinaufdrängenden Zellen keinen hinreichenden Widerstand mehr entgegenzusetzen vermag. Aehnlich dürfte sich auch Garcia[14]) bereits diesen Vorgang der Austreibung des alten Haares vorgestellt haben, wenn er schreibt, der Umstand, dass keine Spuren einer Haarwurzel zurückleiben, könne als Beweis gelten, „dass diese Entfernung des alten Haares nur durch innere Einflüsse der benachbarten Gewebe bewerkstelligt wird."

An dieser Stelle sei noch erwähnt, dass die von mir bei der Entwicklung des Primärhaares beobachtete Kappenbildung in der Epidermis bei Ersatzhaaren niemals anzutreffen ist. Auch die dort beschriebene Umbiegung

des Haares vor dem Durchbruch unterhalb des Stratum corneum kommt bei Ersatzhaaren niemals vor. Der Grund hierfür ist leicht ersichtlich: Nachdem die Hornschicht erst einmal durchbrochen ist, kann sie nicht mehr über die Oberfläche hinwegziehen, sondern ihre auseinandergerissenen Teile senken sich, an der Seite des durchbrochenen Haares verlaufend, ein Stück nach unten ein. Durch den so entstehenden klaffenden Spalt ist der Weg für das Ersatzhaar geebnet, und dies kann, ohne einen die Umbiegung verursachenden Widerstand zu finden, die Oberfläche erreichen. Ist auf diese Weise die Ausstossung des Haarkolbens erfolgt, so nimmt das junge Haar an Umfang zu, und die Elemente des übrigen Teils des Follikels vermehren sich gleichfalls. So erhält das Haar wieder das Aussehen, welche es vor dem Einsetzen des Haarwechsels gehabt hat und wächst nun weiter, bis sich wieder die oben geschilderten Einflüsse geltend machen, die einen neuen Haarwechsel bedingen.

Literatur-Verzeichnis.

1. Auburtin. Das Vorkommen von Kolbenhaaren und die Veränderungen derselben beim Haarwiederersatz. „Archiv f. mikr. Anat." (Bd. 47 1897).
2. Backmund. Entwicklung der Haare und Schweißdrüsen der Katze. „Anatomische Hefte" 79/80 Heft (26. Bd. Heft 2/3).
3. Boas, „Lehrbuch der Zoologie" (Jena 1913).
4. Boehm und Davidoff. „Lehrbuch der Histologie" (Wiesbaden 1903).
5. A. Bonnet. Studien über die Innervation der Haarbälge der Haustiere. „Morph. Jahrb." Bd. IV 1878.
6. — Grundriß der Entwicklungsgeschichte der Haussäugetiere.
7. v. Brunn. Zur Kenntnis der Haarwurzelscheiden. „Archiv f. mikr. Anatomie" Bd. 44 (Bonn 1895).
8. Donders. Untersuchungen über Entwicklung und Wechsel der Cilien. „Archiv f. Ophtalmologie" (Berlin 1858).
9. v. Ebner. Mikroskopische Studien über Wachstum und Wechsel der Haare. „Wiener akad. Sitzungsbericht" Bd. 74 1876.
10. Ellenberger und v. Schumacher. „Histologie der Haussäugetiere" IV. Aufl. (Berlin 1914).
11. Feiertag. Ueber die Bildung der Haare. Inaugural-Diss. (Dorpat 1875).
12. Flemming. Zellteilungen in den Keimschichten des Haares, „Monatshefte f. prakt. Dermatologie" Bd. III Heft 5 (Hamburg und Leipzig 1884).
13. Flatten. Untersuchung über die Haut des Schweins. Inaug.-Diss. (Berlin 1894).
14. Friedenthal. „Beiträge zur Naturgeschichte des Menschen" Bd. IV (Jena 1908).

14. Garcia. Beiträge zur Kenntnis des Haarwechsels bei menschlichen Embryonen und Neugeborenen. „Morph. Arbeiten", herausgegeben von Schwalbe, Bd. I 1891.

15A. Giovannini. Ueber die normale Entwicklung und über einige Veränderungen der menschlichen Haare. „Vierteljahrsschrift f. Dermatologie und Syphilis" (Wien 1887).

B. — De la régéneration des poils après l'épilation. „Archiv f. mikr. Anat." Bd. 36 1890.

16. Goette. Zur Morphologie der Haare des Menschen. „Archiv f. mikr. Anat." Bd. IV 1868.

17. Guenther. Haarknopf und innere Wurzelscheide des Säugetierhaares. Inaug.-Diss. (Berlin 1895).

18. Gurlt. Untersuchungen über die hornigen Gebilde des Menschen und der Haussäugetiere. „Mag. f. d. ges. Tierheilkunde" (Berlin 1836).

19. Haberlandt. Ueber die Beziehungen zwischen Funktion und Lage des Zellkerns bei den Pflanzen (Jena 1887).

20A. Henle. Ueber die Struktur und Bildung der menschlichen Haare. „Frorieps neue Notizen" Bd. VIII 1840.

B. — „Handbuch der Eingeweidelehre" 1866.

21A. O. Hertwig, „Lehrbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Wirbeltiere" (Jena 1910).

B. — „Die Zelle und die Gewebe" (Jena 1893).

22. R. Hertwig. „Lehrbuch der Zoologie" (Jena 1910).

23. Hesse und Doflein. „Tierbau und Tierleben" (Leipzig und Berlin 1910).

24 Heusinger. Beitrag zur Kenntnis der Feder- und Haarbildung „Meckels Archiv" 1823.

25. Kohlrausch. Ueber innere Wurzelscheide und Epthelium des Haares „Müllers Archiv" 1846.

26A. Koellicker. Zur Entwicklungsgeschichte der äußeren Haut. „Zeitschrift f. wissenschaftliche Zoologie" Bd. II 1850.

B. — „Handbuch der Gewebelehre" (Leipzig 1889).

27. Korschelt. Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Zellkerns. „Zoologische Jahrbücher, Abt. f. Anatomie" Bd. IV 1889.

28. Kromayer. Einige epitheliale Gebilde neuer Auffassung. „Dermatol. Zeitschrift" Bd. 5 Heft 3 1897.

29. Langer. Ueber den Haarwechsel bei Tieren und Menschen. „Denkschriften der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften" I. Bd. (Wien 1850).

30. Marks. Untersuchung über die Entwicklung der Haut bei den Haussäugetieren. Inaug.-Dissert. (Berlin 1895).
31 A. Maurer. Haut-, Sinnesorgane, Feder- und Haaranlagen und deren gegenseitige Beziehungen. „Morphologische Jahrbücher" Bd. 18 1892.
B. — Die Epidermis und ihre Abkömmlinge (Leipzig 1895).
32. Mertsching. Beiträge zur Histologie des Haares und des Haarbalgs. „Archiv f. mikr. Anat." Bd. 31 1888.
33. Moll. Ueber den Haarwechsel. „Archiv f. die Holländischen Beiträge zur Natur- und Heilkunde" (Utrecht 1860).
34. Moeller. Mikroskopische Beschreibung der Tierhaare. „Archiv f. Kriminalanthropologie und Kriminalistik" Bd. II (Leipzig 1899).
35. v. Nathusius. „Das Wollhaar des Schafes mit vergleichender Berücksichtigung anderer Haare und der Haut." (Berlin 1866.)
36. Okamura. Zur Lehre über die Wachstumsrichtung der Haare in der ersten Anlage. „Monatshefte f. prakt. Dermatologie" Bd. 28 Nr. 11 1899.
37. Oyama. Entwicklungsgeschichte des Deckhaares der weißen Maus. „Anat. Hefte", I. Abt. 73. Heft 23. Bd. 1903.
38. Redtel. Der Nasenaufsatz des Rhinolophus Hippocrepis. „Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie" Bd. 23 (Leipzig 1873).
39. Reinke. Untersuchungen über die Horngebilde der Säugetierhaut. „Archiv f. mikroskopische Anatomie" Bd. 30 1887.
40. Reissner. Beiträge zur Kenntnis der Haare des Menschen und der Säugetiere (Breslau 1854).
41. Remak. Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbeltiere (Berlin 1855).
42. Schein. Vergleichende Beobachtungen über das Wachstum der Haut und der Haare bei Säugetieren und beim Menschen. „Archiv f. Dermatologie und Syphilis" Suppl. Bd. 1900.
43. Schulin. Beitrag zur Histologie der Haare. „Zeitschrift f. Anat. und Entwicklungsgeschichte" Bd. 2 1877.
44. Simon. Zur Entwicklungsgeschichte der Haare. „Müllers Archiv" 1841.
45. Spencer und Sweet. The Structure and Development of the Hairs of Monotremes and Marsupials. „Quart. Journ. of Microscop Science" Vol. 36 1899.
46. Spuler. Ueber die Regeneration der Haare. Verhandluugen der Anat. Gesellschaft XIII. Versamml. in Tübingen 1899 (Jena 1899).

47. Steinlin. Zur Lehre von dem Bau und der Entwicklung der Haare. „Zeitschrift f. rationelle Medizin“ Bd. IX 1850.
48. Sticker. Ueber die Entwicklung und den Bau des Wollhaares beim Schafe. Inaug.-Diss. (Berlin 1887).
49A. Stieda. Ueber den Haarwechsel. „Archiv f. Anatomie und Physiologie“ Heft 4 1867.
B. — Zur Kritik der Untersuchungen Schoebls über die Haare. „Archiv f. mikr. Anatomie“ Bd. 18.
C. — Ueber den Haarwechsel. „Biologisches Zentralblatt“ Bd. 7 1887.
D. — Ueber den Haarwechsel. Verhandl. d. Anat. Gesellschaft in Göttingen 1893.
E. — Untersuchungen über die Haare des Menschen. „Anat. Hefte“ 121. Heft 40. Bd. 1910.
50A. Stoehr. Ueber die Glashaut des menschlichen Haarbalges. Verhandl. der Physikalisch-Medizinischen Gesellschaft zu Würzburg (Würzburg 1886).
B. — Entwicklungsgeschichte des menschlichen Wollhaares „Anat. Hefte“ 71. Heft 23. Bd. 1903.
C. — „Lehrbuch der Histologie“ (Jena 1809).
51. Szymonowicz-Krause. „Lehrbuch der Histologie und der mikroskopischen Anatomie“ (Würzburg 1909).
52. Toldt. Ueber eine beachtenswerte Haarsorte und über das Haarformensystem der Säugetiere. „Ann. Hofmus.“ Wien 24. Bd. 1910.
53A. Unna. Histologie und Entwicklungsgeschiehte der menschlichen Oberhaut. „Archiv f. mikroskopische Anat.“ Bd. XII (Bonn 1876).
B. — Entwicklungsgeschichte und Anatomie der Haut. „Ziemssens Handbuch d. spez. Pathologie und Therapie“ Bd. 14 1883.
C. — „Vierteljahrsschrift für Dermatologie“ 1888.
54. Valentin. „Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen“ (Berlin 1835).
55. Waldeyer. „Atlas der menschlichen und tierischen Haare“ (Lahr 1884).
56. Wertheim. Ueber den Bau des Haarbalges beim Menschen. „Sitzungsbericht d. Kaiserlichen Akademie in Wien“ Bd. 50 1864.

Lebenslauf.

Ich bin als der Sohn des Kaufmanns Max Segall am 10. Mai 1870 in Berlin geboren und mosaischer Konfession. Nach Vorbereitung in einer Privatschule wurde ich im Jahre 1877 in das Königliche Wilhelms-Gymnasium aufgenommen und verließ diese Anstalt im Oktober 1887.

Meiner Dienstpflicht als Einjährig-Freiwilliger genügte ich beim Kaiser-Franz-Garde-Grenadier-Regiment in Berlin.

Ich ergriff zunächst den kaufmännischen Beruf, beschäftigte mich aber während dieser Zeit bereits mit naturwissenschaftlichen Studien. Um ausschließlich diesen Studien obzuliegen, ließ ich mich im Oktober 1908 bei der Philosophischen Fakultät der Königlichen Friedrich-Wilhelms-Universität immatrikulieren und betätigte mich nach Ablauf von 8 Semestern noch mehrere Semester, ohne immatrikuliert zu sein, praktisch in dem unter Leitung des Herrn Geh. Medizinalrats Professor Dr. O. Hertwig stehenden Anatomisch-Biologischen Institut der Universität Berlin.

Druck von R. Boll, Berlin NW. 6.